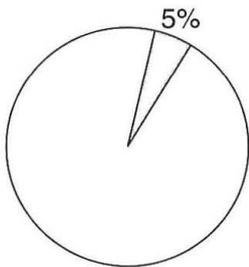


Manejo y almacenamiento de materiales



Porcentaje de notificaciones de la OSHA a la industria en general relacionadas con este tema

El concepto usual de fábrica es el de un lugar en el que se hacen cosas o se procesan materiales; pero a menudo la actividad principal de las fábricas consiste en transportar cosas y materiales. La acción de levantar, una de las actividades más fundamentales en el manejo de los materiales, es responsable de la mayoría de las lesiones de la espalda, una de las principales lesiones en el trabajo. En el Liberty Mutual Insurance Company tan sólo el dolor de espalda baja representa 33 por ciento del total de sus demandas por compensación (ref.87). Los transportes, tractores, grúas y transportadores industriales tienen la sencilla misión de trasladar materiales y todos ellos causan lesiones y muertes todos los años.

El Consejo de Seguridad Nacional(NSC) atribuye de 20 a 25 por ciento del total de las lesiones laborales al manejo de materiales. La magnitud del problema está retratada en el *Accident Prevention Manual for Industrial Operations* como sigue:

En promedio, la industria traslada aproximadamente 50 toneladas de material por cada tonelada de producto producido. Algunas industrias mueven 180 toneladas por cada tonelada de producto.

Antes de ocuparnos de los riesgos concretos, sería conveniente examinar la naturaleza general de los peligros de manejar materiales.

En el manejo de materiales, las masas se miden por tonelada o cargas de tarima, en lugar de onzas, libras o kilogramos. En comparación, el cuerpo humano es ligero y frágil, así que las masas de material pueden perforar, fracturar, separar o aplastar con facilidad. Contribuye al riesgo de masas grandes el hecho de que el manejo de materiales incluye el *movimiento* de dichas masas.

Para ilustrar los riesgos generales de *masa y movimiento* del equipo de manejo de materiales, considere la siguiente comparación entre el proceso y el equipo de manejo de materiales. Ser golpeado por una parte móvil de una máquina de proceso puede o no causar una lesión, dependiendo del tamaño de la máquina, el movimiento de la parte móvil y la forma o las características superficiales de la parte. Pero ser golpeado por un transporte o banda transportadora industrial provocará lesiones casi con toda seguridad. De manera menos directa, los riesgos de masa y movimiento en el manejo de

- 13.21** Se emplea una eslinga con tres ramas para levantar una carga de 500 kilos. La carga está distribuida por igual entre las tres ramas. Cuando se levanta la carga, cada rama forma un ángulo de 30° con la horizontal. ¿Cuál es la fuerza de tensión en cada rama?
- 13.22** Una eslinga de tres ramas distribuye su carga por igual entre las tres. Cuando se levanta la carga, cada rama forma un ángulo de 60° con la horizontal. La carga nominal de la cadena de la eslinga es de 60 toneladas. ¿Cuál es la carga nominal máxima total de la eslinga?
- 13.23** Desde el punto de vista de las normas de seguridad, ¿cuál es la importancia de que el trole de la grúa vaya por encima del riel o cuelgue de la porción inferior?
- 13.24** Explique el término *inversión* según se aplica a la operación de un puente grúa aéreo. ¿Prohíben la inversión las normas de la OSHA?
- 13.25** Explique la diferencia entre una eslinga y un malacate.
- 13.26** Explique la relación del ángulo de la rama con el esfuerzo al que es sometida la eslinga.
- 13.27** ¿Cuál es el riesgo principal de utilizar una eslinga demasiado corta?
- 13.28** Explique por qué a menudo es peligroso levantar una carga de los sujetadores.
- 13.29** Explique dos factores de complicación que aumentan el riesgo de puntos de pellizco de recorrido en la entrada de los transportadores de tornillo.
- 13.30** Explique cómo puede el diseño eliminar los riesgos de puntos de pellizco de recorrido a la entrada de los transportadores de tornillo.
- 13.31** Explique por qué hay una preocupación por los pozos en el piso de las fábricas servidas por grúas aéreas.
- 13.32** Ofrezca las razones de que no haya una norma de la OSHA para los levantamientos.
- 13.33** Describa la relación general entre capacidad de levantamiento máxima y distancia horizontal entre carga y cargador.
- 13.34** Explique por qué levantar con las piernas requiere de más energía que hacerlo con la espalda.
- 13.35** **Caso de diseño.** El objetivo es diseñar un trole de levantamiento para una puente grúa aérea que cumpla con las normas de la OSHA. El malacate debe tener 10 toneladas nominales y estará enrollado con cable de acero cuya resistencia nominal a la ruptura es de 15,000 kilos. Especifique la disposición del aparejo, incluyendo la cantidad de poleas en el motón de carga y en el bloque superior. Incluya una estimación razonable del peso del motón. Haga un dibujo de la organización del aparejo que muestre la relación entre bloques y la cantidad de secciones de cable de acero.
- 13.36** **Caso de diseño.** Especifique la iluminación en los pasillos de un almacén con un techo de seis metros de altura. El objetivo es indicar la iluminación mínima requerida para que los montacargas operen sin necesidad de faros. Determine la cantidad de lumens por lámpara de techo y la distancia entre lámparas.
- 13.37** **Caso de diseño.** Usted está en el equipo de diseño de una puente grúa aérea para uso interior. El equipo está considerando la propuesta de colocar en la pared una caja de interruptores de dos vías de encendido y apagado para el control de puente, trole y malacate. ¿Cuál sería su aportación al grupo? Explique los razonamientos en los que funda sus recomendaciones.

- 13.10** Mencione, en orden de preferencia, tres métodos de protección para riesgos de puntos de pellizco de recorrido en transportadores de banda.
- 13.11** ¿Por qué se especifica que las escaleras de acceso a las grúas aéreas sean de tipo fijo?
- 13.12** Debido al aumento de los precios de la gasolina, una empresa desea adaptar los motores de sus montacargas, impulsados por gasolina, para que funcionen con LPG. ¿Qué implicaciones tendría tal decisión?
- 13.13** Identifique una norma de desempeño en las normas para el manejo de materiales. Explique por qué es una norma de desempeño.
- 13.14** Explique los siguientes términos, aplicados a grúas industriales: puente, trole, colgante, púlpito, pórtico y pórtico con voladizo.
- 13.15** Mencione por lo menos cuatro características de los montacargas que para una operación segura requieren más habilidad que los automóviles.
- 13.16** Por lo menos cuatro características generales del manejo de materiales contribuyen a sus riesgos intrínsecos. Mencione y explique tales características.
- 13.17** Una carga de 1 000 kilos es sostenida por el montaje de bloque y aparejo de grúa que se muestra en la figura 13.16. Además de la carga, la polea compuesta de carga pesa 50 kilos. ¿Cuál es la carga aproximada en el cable de acero? ¿Cuántas secciones de cable se utilizan en el enrollado, como se muestra en la figura 13.16?
- 13.18** ¿Qué resistencia a la ruptura mínima especificada en las normas de seguridad es la adecuada para la aplicación del ejercicio 13.17?
- 13.19** Suponga que el cable de acero en uso en el aparejo que se muestra en la figura 13.15 está clasificado para 1 000 kilos y que el bloque que sostiene la carga pesa 75 kilos. El objetivo es levantar una carga que pesa 1 500. ¿Cumple este montaje, tal y como se describe, las normas de seguridad?
- 13.20** ¿Qué carga nominal máxima asignaría usted al montaje de bloque y aparejo del ejercicio 13.19? ¿Cuál es la resistencia nominal a la ruptura del cable de acero?

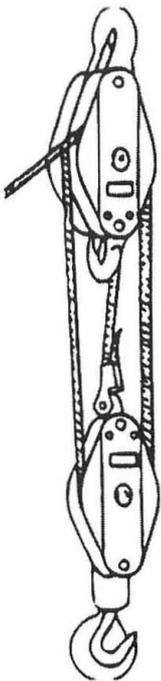


Figura 13-16 Bloques y poleas para el ejercicio 13.17.

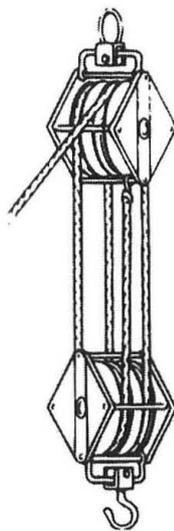


Figura 13-15 Bloques y poleas para el ejercicio 13.8.

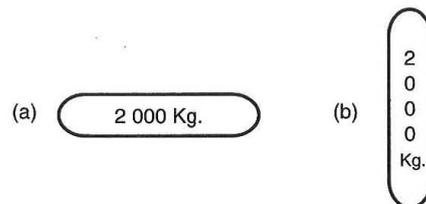
RESUMEN

En este capítulo vimos que el manejo de materiales en las plantas fabriles puede ser tan peligroso como el proceso mismo. Examinamos la naturaleza de los riesgos y analizamos los riesgos concretos de máquinas y equipo.

El gerente de seguridad e higiene tiene que estar consciente no sólo de las características de seguridad apropiadas que debe buscar en el nuevo equipo, sino también de la inspección, el servicio y el mantenimiento del equipo de la planta. Sin embargo, para transportes, grúas, eslingas y quizás *todo* el equipo industrial de manejo de materiales, la habilidad, la actitud y la conciencia de los riesgos del operador son más importantes para su seguridad que las características de seguridad del equipo en sí.

EJERCICIOS Y PREGUNTAS DE ESTUDIO

- 13.1 ¿Por qué las eslingas de cuatro ramas no tienen una capacidad nominal más alta que las de tres?
- 13.2 Un dicho de seguridad escuchado con frecuencia dice “No ensilles un caballo muerto”. ¿Qué quiere decir?
- 13.3 ¿Qué característica de diseño de *seguridad* tienen la mayor parte de las grúas aéreas modernas, que desafortunadamente no es característica de la espalda humana?
- 13.4 Mencione una parte de la planta a la que el gerente de seguridad e higiene debe prestar especial atención cuando aumentan la producción y las ventas.
- 13.5 En los diagramas de abajo, ¿qué orientación de la carga de 2 000 kilos ejercerá menos esfuerzo en la eslinga que la sostiene?



- 13.6 Suponga que una empresa fuera capaz de ahorrar algún dinero cambiando su montacargas de tipo LPS por uno de tipo DY. ¿Presentaría esto problemas de seguridad? ¿Qué pasaría si el cambio fuera de DY a LPS?
- 13.7 ¿Por qué los botones de resorte son mejores para el control de grúas que los interruptores de dos vías?
- 13.8 En la figura 13.15, ¿cuál es la ventaja mecánica? Si la resistencia nominal a la ruptura de la cuerda es de 2 500 kilos y el bloque o motón de carga pesa 100 kilos, ¿cuál es la máxima carga nominal para el elevador (sin incluir el motón de carga)?
- 13.9 ¿Qué es un barredor de riel y para qué sirve?

controlar. Naturalmente, el peso levantado es importante, pero muchos otros factores determinan la ocurrencia de una lesión. Incluso el levantamiento de un peso ligero, digamos tres o cinco kilos, puede causar lesiones graves de la espalda si las condiciones son buenas (o más bien malas). También es importante la condición física de quien levanta la carga.

Hemos insistido en la técnica, y se escucha con frecuencia la conseja: “levanta con las piernas, no con la espalda”. Pero es una regla más bien difícil de seguir, porque somos capaces de levantar más peso con la espalda que con las piernas. Levantar con las piernas requiere acuclillarse y después alzar tanto la carga como el cuerpo. Para cargas pesadas, esto requiere de mucha fuerza en las piernas, y es especialmente difícil si el trabajador no está acostumbrado. El entrenamiento y el ejercicio con pesos ligeros ayudan a adquirir la técnica, pero hay todavía otras desventajas. Chaffin y Park (ref. 16) han demostrado que, si la forma de la carga es tal que deba ser traída frente a las rodillas, levantar con las piernas *aumenta* la compresión en la parte inferior de la espalda. Otra cosa que la tan citada regla ignora es el hecho de que levantar con las piernas consume hasta 50 por ciento más de energía que levantar con la espalda, sobre todo cuando la carga es ligera y mayor la frecuencia de los levantamientos.

La capacidad para levantar varía mucho con la posición horizontal de la carga, que está determinada en gran medida por la forma del objeto. El NIOSH ha analizado varios estudios independientes de esta relación, y como resultado ha propuesto una especificación del máximo peso levantado contra la distancia horizontal de la carga al centro de gravedad del cuerpo. Esta especificación está resumida en la figura 13.14, pero se debe recordar que la gráfica representa sólo una recomendación del NIOSH, no una norma establecida.

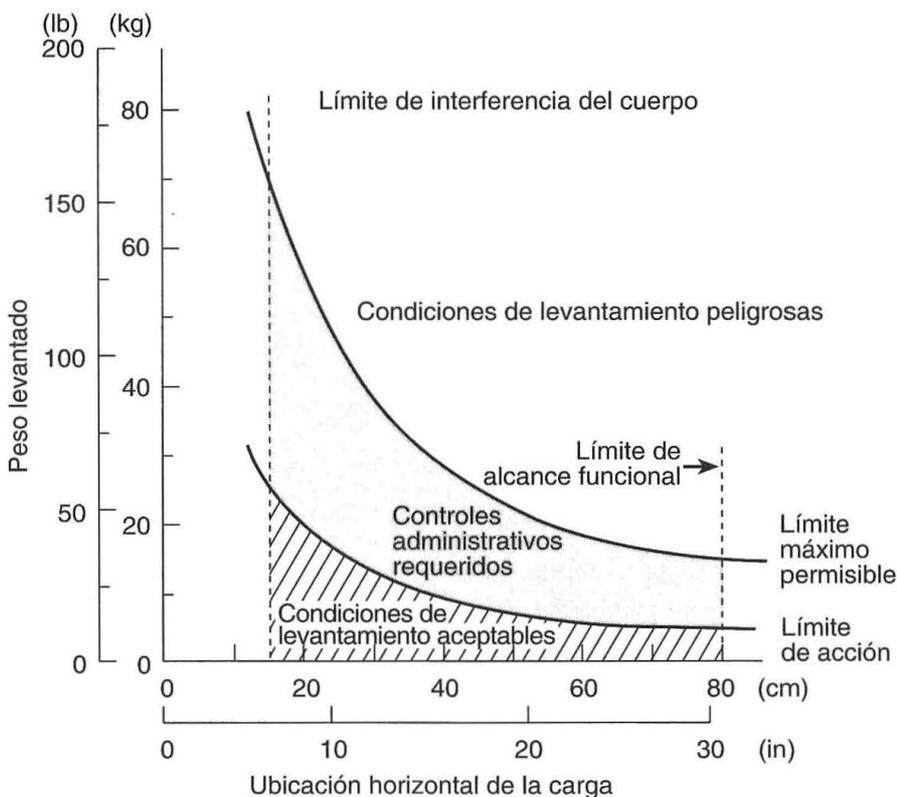


Figura 13-14 Especificación recomendada por el NIOSH para el peso máximo levantado a diversas distancias horizontales para levantamientos infrecuentes, desde el suelo hasta la altura de los nudillos. (Fuente: NIOSH.)

te, porque las piezas móviles deben ser accesibles en las estaciones de trabajo para su procesamiento. Una buena práctica es colocar pantallas o escudos bajo el transportador siempre que pase por un pasillo u otra área donde es posible que se reúna personal. Otro buen lugar para pantallas es donde la cadena del transportador sube o baja un gradiente. Tales movimientos hacen que las cargas cambien de posición en los ganchos y aumentan la posibilidad de que se caigan.

La figura 13.13 muestra tres orientaciones para los ganchos o colgadores que soportan las piezas de trabajo acarreadas por los transportadores aéreos. Observe cuán más segura es la orientación en la cual el trabajo se sostiene frente al gancho. Si el trabajo topa con una obstrucción, es más probable que el trabajo que está frente al gancho se atore y detenga al transportador. Si el trabajo va detrás del gancho, una obstrucción puede alzar y tirar la carga.

Transportadores de tornillo

Los transportadores de tornillo pueden ser muy peligrosos. Su mismo principio de operación consiste de un punto de pellizco en la entrada. Una complicación del riesgo es el hecho de que, a fin de operar a toda capacidad, la entrada debe estar completamente sumergida en el material que se transporta. Aquí, “sumergida” también quiere decir oculta, así que en la entrada hay un riesgo invisible. Finalmente, en muchas aplicaciones quizá sea necesario que el trabajador esté lo bastante cerca del transportador de tornillo, a fin de palear o distribuir el material a la entrada.

Una manera simple y eficaz de proteger a los trabajadores es encuadrar el área de entrada en un pequeño confinamiento de rejilla que permita el paso del material, pero que mantenga dedos, manos y pies afuera. Si incluso una pantalla de malla grande es demasiado fina para permitir el paso del material, puede ser necesario un confinamiento con aberturas mayores, a veces lo bastante grandes para admitir un dedo o un pie. Este confinamiento también se vuelve seguro haciendo el recinto tan amplio que el trabajador no alcance a introducir manos o dedos en la zona de peligro, aun si las aberturas son grandes. Este método obedece a principios de protección en maquinaria que estudiaremos con mayor detalle en el capítulo 14.

LEVANTAMIENTO

Antes de cerrar este capítulo sobre manejo de materiales, regresemos al tema del levantamiento. Al principio dijimos que la lesión de espalda, casi siempre por el levantamiento de cosas, es una de las lesiones compensables más grandes. Las lesiones por levantamiento son muy complejas y difíciles de

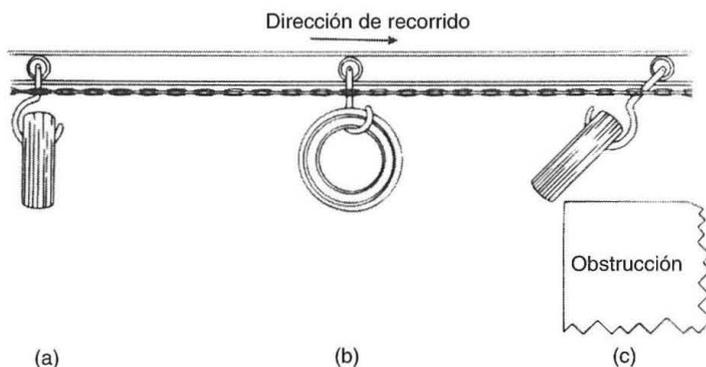


Figura 13-13 Tres orientaciones para los ganchos del transportador: (a) el gancho sigue a la carga; (b) orientación lateral; (c) la carga sigue al gancho (peligroso).

TRANSPORTADORES

Los riesgos de los transportadores pueden ser bastante serios, y los trabajadores están más conscientes de estos riesgos que de los de otras máquinas. Pareciera como si todos lleváramos impresa en algún lugar de la imaginación la imagen de estar atados al transportador de una aserradora, a punto de ser cortados a la mitad. La verdad es que los trabajadores a veces *quedan* atrapados en bandas industriales y no sólo mueren, sino que quedan desmembrados e incluso pulverizados más allá de lo reconocible. El horror de este hecho inspira un saludable respeto por parte de la mayoría de los trabajadores hacia los transportadores industriales.

En contraste, algunos de los peores riesgos de los transportadores tienen una apariencia muy inocente. Los puntos entrantes de pellizco, que por sí mismos quizás ni siquiera lesionen seriamente una mano o un brazo, pueden iniciar un proceso irreversible una vez que el empleado está atrapado, y lo jalen al interior de la máquina. Particularmente la ropa suelta puede quedar atrapada, y el empleado, antes de recibir el más mínimo daño, está definitivamente condenado.

Transportadores de banda

En transportadores de banda se ven puntos de pellizco de recorrido por todas partes. Se requieren poleas para mover la banda, cambiarla de dirección, sostenerla y tensarla. Uno de los lados de toda polea es un punto de pellizco de recorrido. La defensa contra este riesgo consiste en uno de tres métodos: aislar los puntos de pellizco, instalar guardas e instalar dispositivos de disparo de emergencia.

El mejor método de protección es aislar el punto de pellizco de recorrido, de forma que ningún empleado quiera ni pueda entrar al área de peligro. Si el aislamiento no es práctico, a veces se coloca una guarda para mantener lejos el cuerpo o las extremidades del trabajador. El diseño de la guarda varía según la aplicación, y en ocasiones es difícil hacerla práctica, porque interferiría con la operación del transportador. Debido a la geometría del cuerpo, la distancia a la zona de peligro es un factor de diseño al construir las guardas, un principio que estudiaremos con más detalles en el capítulo 14.

Si tanto el aislamiento como la protección son imposibles o no son prácticos, hay que proteger a los trabajadores con alguna clase de mecanismo de disparo de emergencia. Se puede poner un alambre o una cuerda a lo largo del transportador, de forma que si un trabajador cae a la banda pueda aferrar el alambre de disparo y detener la máquina. Por desgracia, este método requiere una acción pertinente de un trabajador o un compañero alertas.

Transportadores aéreos

Las piezas grandes de aparatos o de vehículos son manejadas a menudo por bandas transportadoras aéreas. Ganchos, sujetos a una cadena en movimiento, soportan cada artículo mientras se mueve. Estos transportadores son particularmente más adecuados para productos que tienen superficies delicadas o con terminados, debido a que tienen muy poco contacto. Por la misma razón, los transportadores aéreos son muy útiles para la pintura por pistola o las operaciones de terminado.

Los transportadores aéreos evitan muchos de los riesgos de los transportadores de banda puesto que desaparecen muchos de los puntos entrantes de pellizco y las partes móviles están lejos del alcance de los trabajadores. Pero tienen sus propios riesgos, como que dejen caer los materiales al piso o a las estaciones de trabajo. Las pantallas o guardas sirven de protección, pero no completamen-

Tabla 13.3 Comparación de ciertos requerimientos para eslingas

Clase de eslinga	¿Se requieren señalizaciones de carga nominal		¿Se requiere que el patrono conserve registros de inspecciones periódicas	¿Se requiere que el patrono conserve un certificado de la prueba de ensayo?	Temperatura de operación segura (°F)	¿Se requiere una prueba de la		¿Se requieren registros de eslinga	reparaciones? ^a
	de carga nominal	¿Reparaciones permitidas?			Máxima	Mínima			
Cadena de aleación de acero	Sí	Sí	Sí	Sí	1000 ^b	Ninguna especificada	Sí	No, excepto para tratamientos de soldadura o de calor	
Cable de acero Con núcleo de fibra	No	Sí	No	Sí, para aditamentos con extremo soldado	200	Ninguna especificada	Sí para aditamentos con extremo soldado	No	
Con núcleo no fibroso	No	Sí	No		400 ^c	-60		No	
Malla de metal	Sí	Sí	No	No	550 ^d	20 ^d	Sí	Sí	
Cuerda de fibra natural	No	No	No	No	180	20	No	N/A	
Cuerda de fibra de nylon	No	No	No	No	180	20	No	N/A	
Cuerda de fibra de poliéster	No	No	No	No	180	20	No	N/A	
Cuerda de fibra de polipropileno	No	No	No	No	180	20	No	N/A	
Red de nylon	Sí	Sí	No	Sí, para eslingas reparadas	180	Ninguna especificada	Sí, para eslingas reparadas	Sí	
Red de poliéster	Sí	Sí	No	Sí, para eslingas reparadas	180	Ninguna especificada	Sí, para eslingas reparadas	Sí	
Red de polipropileno	Sí	Sí	No	Sí, para eslingas	200	Ninguna especificada	Sí para eslingas	Sí	

^aN/A, no aplicable

^bSi se utilizan cadenas de aleación de acero a temperaturas superiores a 600°F, se reducen los límites de carga.

^cRevise en las recomendaciones del fabricante las especificaciones fuera del intervalo de temperaturas.

^dLas eslingas de malla impregnada de metal tienen requerimientos de temperatura más estrictos.

gerente de seguridad e higiene no es la persona que toma la decisión, pero hay cada vez más razones para concederle un voto sobre lo que se hace en esta área. La mayoría de los superintendentes, supervisores y trabajadores que manejan materiales no están conscientes de la cantidad de normas federales que sientan los criterios de selección de eslingas. De hecho, muchos ni siquiera entienden claramente el mecanismo de los riesgos que rodean a las eslingas industriales. Por tanto, se recomienda al gerente de seguridad e higiene que aporte su asesoría y consejo en la selección y uso de eslingas industriales, en el interés de la seguridad de los trabajadores.

Para algunos criterios, como la señalización de cargas, procedimientos de reparación, ensayos de prueba y temperaturas de operación, los requerimientos para las diversas eslingas no son idénticos e incluso varían de manera curiosa. Algunas de estas variaciones se deben a las diferencias físicas de las eslingas; otras se deben a los diversos orígenes y motivos de los requerimientos. La tabla 13.3 resume algunas de las diferencias más curiosas entre los requerimientos para las diferentes clases de eslingas. No está de ninguna manera completa; por ejemplo, no se permiten las eslingas de red de nylon en presencia de ácido o de vapores fenólicos. En el caso de los vapores cáusticos, tampoco se autorizan las eslingas de red de poliéster y polipropileno ni las que tienen acoplamientos de aluminio. El gerente de seguridad e higiene se valdrá de la tabla 13.3 como una primera revisión en sus inspecciones en la planta o para su decisión de compra; después, deberá verificar los detalles en las normas.

No obstante, insistamos en que la habilidad y la capacitación del trabajador que manipula la eslinga para sujetar la carga es más importante que todas las detalladas especificaciones y las normas. Éste es un buen lugar para que el lector reflexione sobre la muerte referida en el caso 13.2.

CASO 13.2

Dos trabajadores inexpertos tenían la tarea de levantar un paquete de 12.20 metros de acero acanalado. La cuestión era en dónde sujetar los ganchos de levantamiento a la carga, y eligieron una solución basada en su experiencia con las cargas con las que estaban familiarizados, a saber, las que levantaban a mano. Les pareció que los pesados sujetadores de acero que aseguraban el bulto eran un punto de sujeción natural. Pero estos sujetadores no estaban diseñados para sustituir a las eslingas. Su resistencia era insuficiente y el ángulo de sujeción era agudo. El ángulo de la sujeción siempre será agudo cuando se utilicen de este modo los sujetadores de carga, dado que para realizar su trabajo deben estar apretados. Cuando levantaron la carga, uno de los sujetadores cedió y la carga aplastó a uno de los trabajadores.

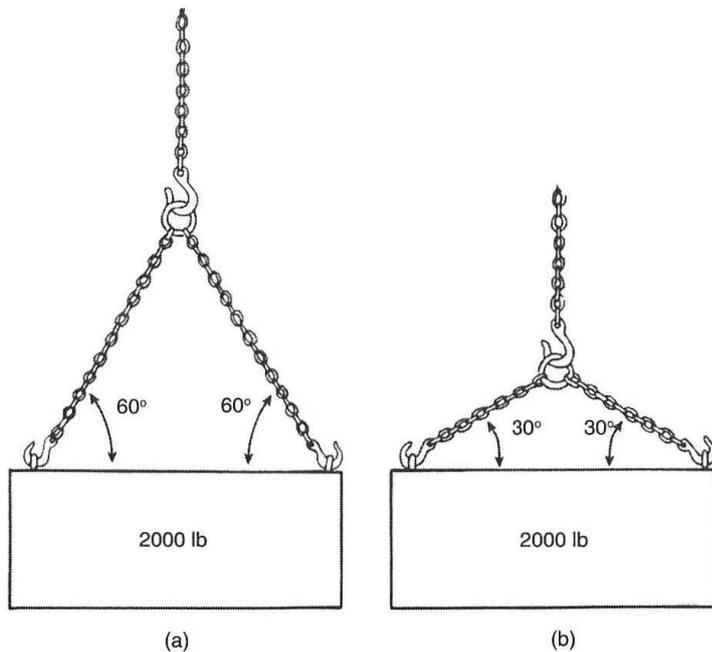


Figura 13-12 Comparación de las fuerzas de tensión de eslingas en dos métodos para levantar cargas idénticas: (a) la fuerza de tensión en la eslinga es de aproximadamente 575 kilos; (b) la fuerza de tensión en esta eslinga es de aproximadamente 1000 kilos.

Observe la siguiente progresión de capacidad de una cadena de aleación de acero de 1.25 centímetros, conforme aumenta el número de ramas:

Sola (vertical)	5 625 kilos
Doble (a 60° de la horizontal)	9 750 kilos
Triple (a 60° de la horizontal)	14,500 kilos
Cuádruple (a 60° de la horizontal)	14,500 kilos

Uno supondría que la capacidad de la eslinga se incrementa conforme aumenta el número de ramas o miembros de soporte. Pero observe que no aumenta la capacidad al pasar de tres a cuatro ramas. La razón estriba en que, al igual que ocurre con las sillas de cuatro patas, de hecho bastarían tres patas para soportar la carga. A veces, la distribución del peso puede ser igual entre ramas de la eslinga, pero usualmente la distribución no es tan perfecta. Conforme la carga se mueve de un lado a otro, es completamente posible que una de las cuatro ramas se afloje y que las otras tres soporten toda la carga.

La cadena de aleación de acero, además de ser muy fuerte, es muy duradera y capaz de soportar el peso del trabajo al que las eslingas industriales están sometidas de rutina. La cadena ordinaria de acero al carbono que se vende en las ferreterías no sirve para eslingas. Las eslingas de cable de acero pueden ser tan fuertes como las de cadena de acero, pero el cable de acero es más susceptible de desgaste, pues sus alambres se rompen con mayor facilidad e inutilizan la eslinga.

Para las eslingas de cable de acero también está especificado el número máximo de alambres rotos: no más de 10, distribuidos al azar en una trama del cable, o cinco en un cabo de la trama. Advierta que esta norma es un poco más estricta que la del cable de acero para grúas aéreas.

La selección de la eslinga apropiada para determinada aplicación comprende diversos factores, además de la carga nominal. También hay que considerar la naturaleza del artículo que se va a levantar, su terminado superficial, la temperatura, el costo de la eslinga, y el ambiente. En general, el

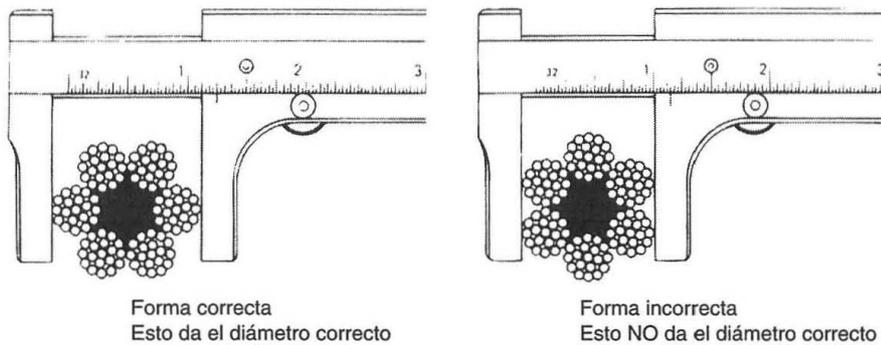


Figura 13-11 Medición del cable de acero (gire el cable para seleccionar el diámetro mayor). (Fuente: Cortesía de Construction Safety Association of Ontario.)

Operaciones

La forma en que la grúa realiza el manejo y el movimiento en sí de la carga es una función de la habilidad, los conocimientos y el desempeño del operador y de los trabajadores que sujetan y aseguran la eslinga o el dispositivo de levantamiento. Como en el caso de los vehículos de motor, el *operador* de la grúa es el factor más importante para impedir accidentes.

Se requiere de una gran habilidad para sujetar la carga con seguridad, especialmente si se utiliza una eslinga (veremos las eslingas más adelante). El cable de elevación no está destinado a atarse alrededor de la carga, y se dañaría si tal se hiciera, además de que es un soporte inadecuado para la carga. Colocar mal el sujetador, esto es, fuera de la línea del centro de gravedad, puede provocar oscilaciones peligrosas cuando se levante la carga. Se tiende a pensar que se han eliminado los riesgos una vez que la carga está en el suelo, pero al soltar el sujetador también pueden ocurrir movimientos peligrosos del material capaces de lesionar a trabajadores inexpertos o desprevenidos.

ESLINGAS

Las eslingas se utilizan para sujetar la carga a la grúa, helicóptero u otro medio de levantamiento. Las eslingas vienen en muchas variedades y son muy importantes para la seguridad en el manejo de material. Por lo común, durante el levantamiento los componentes del montaje de la eslinga están sometidos a fuerzas mucho mayores que el cable de elevación y demás equipo. Debido a que la habilidad del usuario es de tanta importancia, a menudo las eslingas se manejan mal, lo que da por resultado que se dañen y maltraten más que los componentes de la grúa.

El punto más importante por recordar para el uso seguro de todas las eslingas es que los esfuerzos que se les aplican dependen en gran medida de cómo está sujeta la carga. La figura 13.12 muestra dos maneras de aplicar una eslinga para levantar cargas idénticas. Si el ángulo de las ramas de soporte de la eslinga es agudo, como en la figura 13.12b, se pierde la ventaja de las ramas múltiples. La causa más común de esta situación es una eslinga demasiado corta. La “capacidad nominal” de la eslinga es el límite de carga de trabajo en condiciones *ideales*; si la eslinga es colocada en ángulos de rama que no son los especificados en la tabla de capacidad nominal, ésta se reducirá mucho debido a la física de las fuerzas aplicadas. Por tanto, *capacidad nominal* es un término que dice poco sin el dato del ángulo de las ramas.

Aun en los cables de acero bien mantenidos los alambres se desgastan, especialmente los exteriores. Conforme el desgaste provoca que el diámetro de cada alambre sea menor, la fuerza tensora aumenta el esfuerzo de tensión debido a la reducción del área transversal. Por tanto, un alambre desgastado también puede romperse debido a la concentración de tensión, incluso si no hay torceduras ni herrumbre y si los alambres se mueven adecuadamente para distribuir la carga entre todos.

Por razones obvias, el cable de acero está calculado en exceso y soportará más que su carga nominal. También es obvio que con el uso continuo todos los cables de acero tendrán alambres rotos. Éstos se toleran hasta cierto punto, pero después de ese punto el cable de acero se vuelve peligroso. La evaluación del *grado* de deterioro del cable de acero es incómoda y difícil, pero es *necesaria* para evitar una falla catastrófica.

La norma del ANSI recomienda¹ un procedimiento para contar los alambres rotos. La figura 13-10 contiene un diagrama de los componentes del cable de acero y define los términos *cabo* y *trama*. Si hay más de 12 alambres rotos distribuidos aleatoriamente en un solo cabo en una sola trama, hay razones para cuestionar el uso continuo del cable de acero. Un buen lugar para buscar alambres rotos es alrededor de las conexiones del extremo. A veces, un experto es capaz de evaluar la fuerza restante de un cable de acero deteriorado después de su inspección. Esta posibilidad es reconocida por la norma del ANSI, que recomienda el recurso del buen juicio.

Otra medida del estado de los cables de acero es la reducción de su diámetro por debajo del nominal. La figura 13.11 muestra que cuando se mide un cable de acero, el pie de rey puede colocarse en un pequeño diámetro o en uno mayor. La regla convencional para la terminología de cables de acero es utilizar el diámetro mayor para designarlo como diámetro nominal del cable de acero. La mayoría de la gente presta poca atención al cable de acero, pero no es asunto de poca importancia, considerando que anualmente se venden un cuarto de millón de toneladas de cable de acero.

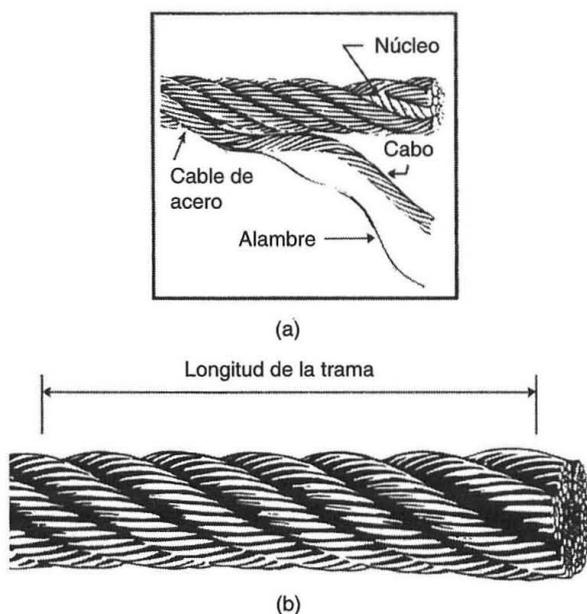
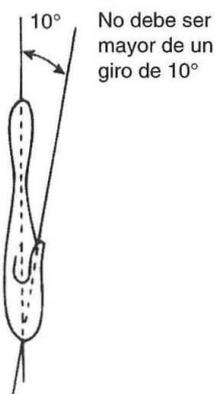


Figura 13-10 Componentes del cable de acero. (a) Este cable de acero tiene seis cabos, además de un núcleo interno. No confunda los *cabos* con los *alambres*. (b) Trama del cable de acero. Una *trama* es una vuelta completa de un solo cabo alrededor del cable. Dado que este cable tiene seis cabos, la trama es la longitud desde la primera hasta la séptima giba, como se muestra en el diagrama. (Fuente: Cortesía de Construction Safety Association of Ontario, ref. 134.)

¹ANSI B30.2-2.4.2.



(a)



(b)



(c)

Figura 13-9 Ganchos de grúa defectuosos: (a) gancho doblado; (b) gancho torcido; (c) gancho agrietado.

sujetas a desgaste. El desgaste en las ruedas del puente y trole acaba por provocar problemas, pero no es probable que cause una falla en la grúa. El desgaste en el tambor y las poleas es más peligroso, debido a los daños que puede generar en el cable de acero. Pero las poleas y el tambor desgastados *solos* no suelen ser la causa *directa* de una falla en la grúa. El cable de acero sigue siendo la parte móvil más crítica. Con el uso continuo, todos los cables se desgastarán y fallarán, un riesgo que no es tolerable. Se tiene que diseñar una manera de predecir la falla del cable de acero y retirarlo de uso antes de que ocurra una catástrofe.

No es cosa fácil determinar cuándo es necesario remplazar un cable de acero. Los cables de aceros están formados por muchos alambres, que se rompen o cortan con facilidad. Casi todos han visto alambres rotos en cables de acero viejos, lo que nos lleva a preguntarnos si acaso no serán peligrosos. Los gerentes de seguridad e higiene no sobreviven mucho tiempo en sus empresas si van por allí ordenando remplazar cables de acero cada vez que encuentran un alambre roto. Y si llegan a sobrevivir, sus empresas no lo harán. Antes de profundizar en el asunto, debemos examinar ciertos principios básicos sobre cables de acero.

De hecho habría que considerar que los cables de acero son máquinas, porque los alambres se mueven unos sobre otros mientras los cables de acero se flexionan; esto causa fricción y desgaste. Aún más, a menos que las hebras sean capaces de moverse apropiadamente durante la flexión, se somete a enormes esfuerzos de tensión a algunos alambres, que entonces se rompen. La herrumbre, los retorcimientos y otras clases de maltrato pueden interferir con el movimiento de los alambres y causar que los esfuerzos los rompan. Cuando se rompen algunos alambres, los esfuerzos de tensión sobre otros alambres se incrementan, y también acaban por romperse. En última instancia, la fuerza de la carga de la grúa será suficiente para superar la fuerza de tensión de todos los alambres que quedan, y el cable de acero se romperá.

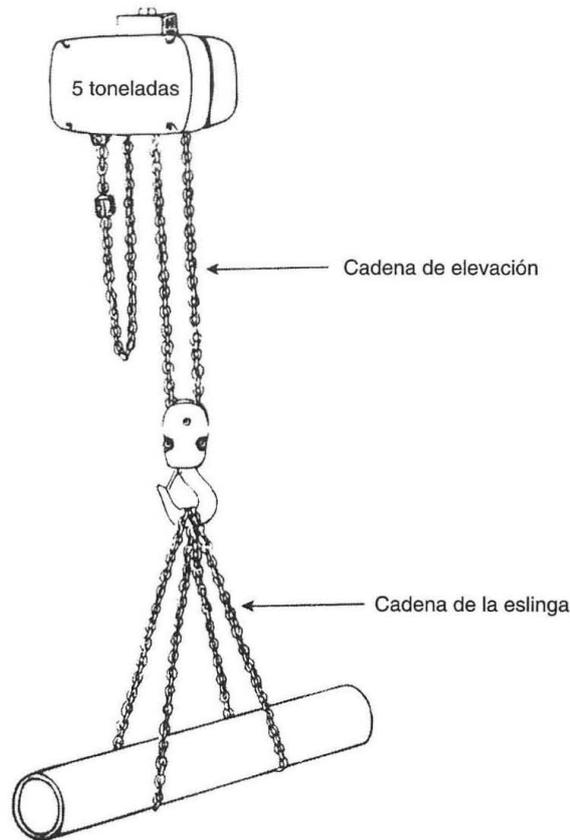


Figura 13-8 Elevador con eslinga. La cadena del elevador no debe confundirse con la cadena de la eslinga.

Se necesita una inspección más completa de los componentes de la grúa a intervalos “periódicos”. En tanto que la inspección diaria de los ganchos es meramente visual, la inspección periódica requiere de un método más científico, como utilizar técnicas de partículas magnéticas para detectar grietas. Las verificaciones exhaustivas del desgaste son más apropiadas también, como el uso de indicadores en las poleas del cable de acero y en las catarinas de la cadena.

En general, laboratorios independientes, como Underwriters’ o Factory Mutual realizan las pruebas de seguridad de la mayor parte de los equipos de las plantas. Pero la seguridad de una grúa es en buena medida una función del método de instalación y de los ajustes apropiados en el sitio. Por tanto, se necesita una prueba de carga nominal antes de su uso inicial, para comprobar la capacidad nominal de carga de la grúa. Esto es un tanto complicado, porque si la grúa es sometida a una carga demasiado elevada, quizá falle, pero si no se hace así, ¿para qué realizar la prueba? Las normas especifican que la carga máxima durante la prueba debe ser 25 por ciento superior a la carga nominal de la grúa. Esto dará cierta seguridad de que soportará su carga nominal. Sin embargo, durante el uso no debe cargarse en exceso. Cualquier reparación o alteración mayor exige someterla nuevamente a prueba.

Desgaste del cable de acero

Las dos principales partes móviles de las grúas aéreas son el cable de acero y tambor y las poleas sobre las que viajan. Además, las ruedas del puente y el trole se mueven como lo hacen otros cuantos elementos de la grúa. Siempre que las partes se mueven y hacen contacto con otras piezas, están

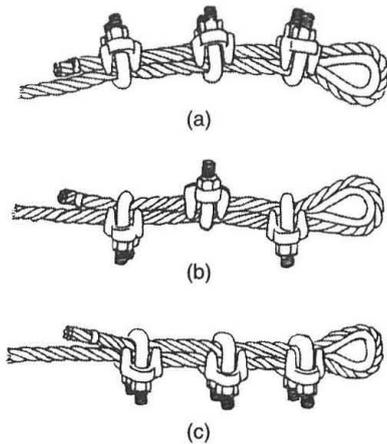


Figura 13-6 “No ensilles un caballo muerto” Forma correcta y equivocada de asegurar los lazos del cable de acero utilizando abrazaderas de perno en U. (a) Incorrecto: la “silla” está en el extremo muerto de la cuerda; (b) incorrecto: las abrazaderas están colocadas en ambas direcciones; (c) correcto: todas las abrazaderas están colocadas con el montaje de silla en la porción viva de la cuerda y el perno en U en el extremo muerto.

Inspecciones a grúas

Casi todos están conscientes de las largas y quizá tediosas listas de verificación para la inspección de las aeronaves cada vez que van a despegar. Desde luego, la razón de las inspecciones (aun si son repetitivas y rara vez descubren algún defecto) es que las aeronaves no deben fallar de ninguna manera. En cierto sentido, las grúas son como los aviones: tampoco deben fallar.

Con respecto a las inspecciones de grúas, las normas utilizan los términos *frecuente* o *periódica* para especificar cuándo se deben inspeccionar los componentes de las grúas. Esta disposición pretende evitar demasiadas especificaciones al decirle al patrono *qué hacer* y *con qué frecuencia*. En la figura 13.7 se ilustran algunos lineamientos generales con el significado de estos términos. Observe que hay una superposición, ya que las inspecciones mensuales pueden considerarse tanto frecuentes como periódicas.

El fabricante de la grúa es una buena fuente para obtener una guía detallada sobre qué buscar en las inspecciones frecuentes. Estas inspecciones están a cargo del operador de la grúa, así como los pilotos inspeccionan su aeronave antes de un vuelo. Está analogía entre aeronaves y grúas puede ser un buen punto de inicio para un tema de seguridad en un programa de capacitación para operadores de grúa.

La rutina de inspección frecuente debe incluir una inspección visual diaria de las cadenas de levantamiento, más una inspección mensual, con un informe firmado. En el campo, el término *cadena de levantamiento* ha sido muy mal interpretado, pues se le hace incluir las *eslingas* de cadena para manejo de la carga, cuando que hay una norma por separado para eslingas. La figura 13.8 identifica qué cadena es elevadora y cuál es eslinga.

Los ganchos de la grúa tienen un trabajo pesado y son vitales para la operación segura de las grúas. Aunque su diseño suele ser superior, el daño o desgaste reduce el margen de seguridad. En la figura 13.9 se ilustran los signos delatores de un gancho maltratado y peligroso.

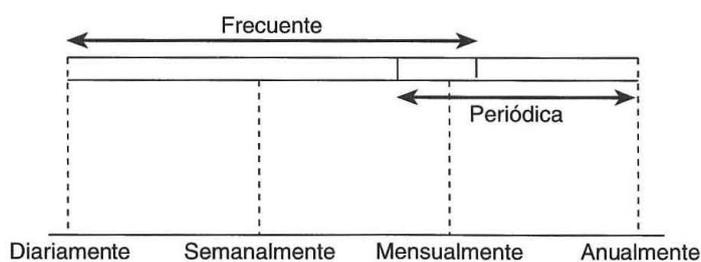


Figura 13-7 Intervalos de inspección para grúas aéreas.

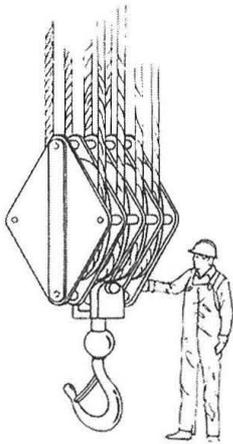


Figura 13-5 Bloque o motón enorme de carga. El bloque de carga forma parte de la carga total del cable.

Una manera de no sobrecargar el cable de acero y la grúa consiste en poner un motor de malacate que no desarrolle suficiente par de torsión como para sobrecargar la línea. La combinación de tal motor de malacate y el enrollado correcto para el diseño de la grúa hará que nunca se sobrecargue. Con este arreglo, la grúa será incapaz de levantar cualquier carga que la dañe o que exceda su factor de seguridad. La mayor parte de las grúas aéreas actuales están diseñadas de este modo. Qué bueno sería que la espalda humana tuviera esta característica de diseño.

Siempre que se enrolla un cable en un tambor, la abrazadera de ancla del extremo del cable soporta muy poca carga cuando hay varias pasadas en el tambor. La fricción del cable sobre el tambor sostiene la carga. Pero si el tambor se desenreda hasta menos de dos vueltas, una carga peligrosa sobre la abrazadera del ancla puede originar una falla, y el cable de acero se soltará del tambor. Por lo regular, la grúa aérea está organizada de forma que, incluso si el motón de carga está apoyado en el suelo, queden varias vueltas en el tambor de levantamiento. Sin embargo, sucede a veces que el piso no es el punto más bajo de la grúa. El gerente de seguridad e higiene debe buscar pozos o aberturas sobre los que la grúa aérea opera y que la ponen en riesgo de un peligroso desenrollado del tambor de levantamiento.

“No ensilles un caballo muerto” es un dicho de seguridad familiar, que se refiere al montaje inadecuado de las abrazaderas de cable de acero en el que se emplean pernos en forma de U. Tal montaje de abrazaderas tiene cierto parecido a las sillas de montar, y el perno en U representa el cincho. Este perno fuerza más el cable de acero y tiene menos poder de sujeción que la abrazadera; por tanto, cuando se forma un lazo no debe ser colocado en la porción viva del cable. El extremo “muerto” del cable recibe el perno U, y el “caballo vivo” la abrazadera. Los métodos correcto e incorrecto aparecen en la figura 13.6. Con todo, algunos trabajadores, inseguros de cual es el método correcto, colocan las abrazaderas *de ambas formas* alternadamente, pensando que lo “están haciendo a la segura”. Tal arreglo resulta aún más inseguro que “ensillar caballos muertos” con todas las abrazaderas.

Antes de abandonar el tema del cable de acero, conviene destacar el riesgo del efecto de latigazo. El cable de acero se ve tan pesado e inflexible que no parece normal que chicotee como látigo o como alguna cuerda de fibra. A cualquiera se le hace difícil visualizar las tremendas fuerzas de tensión en un cable de acero durante una operación de manejo de materiales, hasta que el cable de acero se rompe. La mayoría de los trabajadores nunca han visto lo que sucede cuando esto ocurre; quizás esto explica por qué tantos trabajadores permanecen demasiado cerca mientras la cuerda es tensada por la carga. El riesgo es muy serio, y un accidente grave muy probablemente dejará lesiones y muertes.

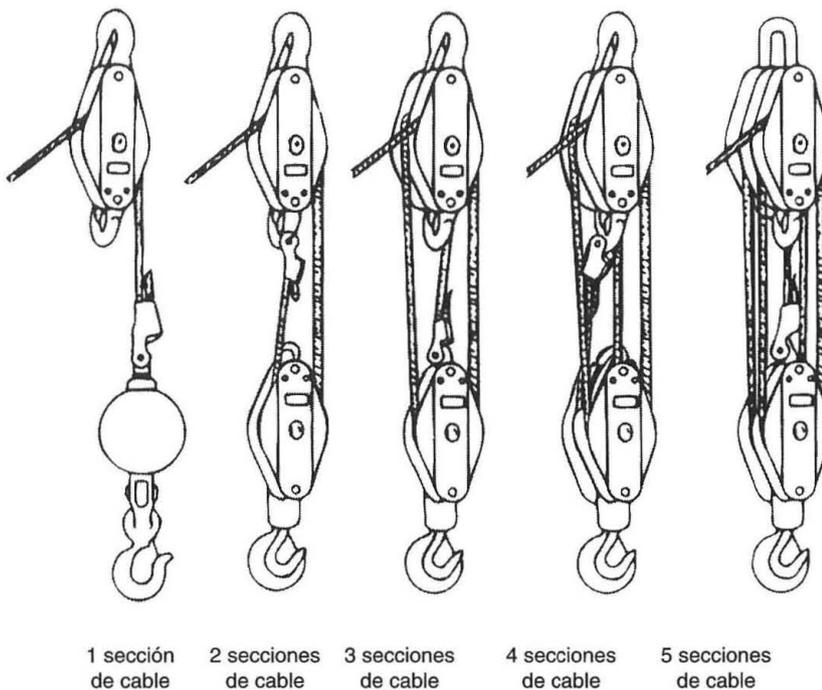


Figura 13-4 Cinco combinaciones de enrollado diferentes. La ventaja mecánica es igual a la cantidad de “secciones de cable” sosteniendo el bloque o motón de carga.

CASO 13.1 FACTOR DE SEGURIDAD DE BLOQUE Y APAREJO

El bloque inferior de un montaje de bloque y aparejo tiene tres poleas, y por tanto está sostenido por seis secciones de cable, ya que éste está enrollado en las poleas, más una séptima sección con la que el cable de acero está atado al bloque inferior. El cable de acero tiene una resistencia nominal a la ruptura de 2000 kilos. El bloque inferior (el bloque o motón de carga) pesa 40 kilos. Calcule la carga máxima que este montaje levanta con seguridad.

Solución

$$\frac{\text{Carga nominal (incluyendo bloque o motón de carga)}}{\text{Número de secciones del cable}} < 20\% \times (\text{resistencia nominal a la ruptura})$$

$$\frac{\text{Carga nominal (incluyendo bloque o motón de carga)}}{7} < 20\% \times 2000 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Carga nominal (incluyendo bloque o motón de carga)} &< 7 \times 20\% \times 2000 \text{ kg} \\ &< 2800 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Carga máxima} &= \text{carga nominal} - \text{peso del motón de carga} \\ &= 2800 \text{ kg} - 40 \text{ kg} = 2760 \text{ kg} \end{aligned}$$

Cables y poleas

La norma de seguridad para la resistencia de los cables dice que “la carga nominal, dividida entre la cantidad de secciones de cable, no debe exceder en 20 por ciento la resistencia de ruptura nominal del cable”. El término *nominal* implica que se ha aplicado un factor de seguridad, equivalente a cinco, y que se deriva de la norma, como sigue:

$$\frac{\text{Carga nominal (incluyendo bloque o motón de carga)}}{\text{Cantidad de secciones en el cable}} \leq 20\% \times 3 \text{ (Resistencia nominal a la ruptura)} \quad (13.1)$$

Más adelante explicaremos que la “cantidad de secciones de cable” es un factor multiplicador que permite que un montaje de bloque y aparejo multipolea se cargue mucho más alto que la carga del cable de acero. Por tanto,

$$\text{Carga del cable de acero} = \frac{\text{Carga nominal (incluyendo bloque o motón de carga)}}{\text{Cantidad de secciones del cable}} \quad (13.2)$$

De las ecuaciones (13.1) y (13.2)

$$\text{Carga del cable de acero} \leq 20\% \times \text{(Resistencia nominal a la ruptura)} \quad (13.3)$$

Multiplicando cada lado de la desigualdad por 5, tenemos

$$5 \times (\text{Carga del cable de acero}) \leq 100\% \text{ (Resistencia nominal a la ruptura)} \quad (13.4)$$

Reorganizando para sacar una relación, da

$$\frac{\text{Resistencia nominal a la ruptura}}{\text{Carga del cable de acero}} \geq 5 \quad (13.5)$$

Dado que la relación con la resistencia de la carga es de por lo menos cinco, el *factor de seguridad* es de cinco.

El término *secciones del cable* se refiere a la ventaja mecánica obtenida por el montaje de bloque y aparejo. Las *secciones del cable* se calculan contando el número de cables que soportan el bloque o motón de carga. Por supuesto, todos los cables integran uno solo continuo, enrollado en varias poleas para conseguir una ventaja mecánica. El concepto se explica mejor con una imagen; la figura 13.4 muestra cinco diferentes combinaciones de enrollados. Observe que la ventaja mecánica es equivalente numéricamente a la cantidad de secciones de cable.

Una precaución adicional viene a cuento cuando se determina la carga máxima apropiada para una instalación dada de enrollado. El peso de la polea que lleva la carga debe agregarse al peso de ésta, para llegar a la carga total del cable. El peso del motón de carga no debe ignorarse, como se hace evidente en el enorme motón que se muestra en la figura 13.5. Nos valdremos del caso 13.1 para ilustrar los cálculos de la seguridad de una aplicación de enrollado de cable de acero.

Obviamente, nadie quiere que la grúa suelte su carga cuando falla la corriente, pero el riesgo no termina ahí. Suponga que el puente de la grúa se mueve en dirección horizontal, ya sea cargado o sin cargar. Al fallar la energía, el puente se detendría, lo que en sí mismo no tiene por qué ser peligroso. Pero cuando la energía *regresa*, puede haber un movimiento brusco. De hecho, cuando falla la energía, el operador acostumbra abandonar la cabina.

Varias alternativas de diseño pueden proteger contra estos riesgos. Una solución es equipar la consola de control con controladores de resorte. Las cajas de los colgantes estarán construidas con botones de resorte, en lugar de interruptores de dos vías. Un dispositivo de desconexión neutraliza todos los motores e impide una reconexión hasta que se dé alguna indicación positiva de “reiniciar”. Aun si la energía continúa, podría ser un riesgo activar una palanca sin querer en el momento equivocado. Muecas, pestillos o detenedores en la posición de “desconectado” evitan tales acciones involuntarias.

Los frenos son de importancia obvia para una operación segura de la grúa. Pero muchos operadores no los utilizan, sino que se fían de una práctica llamada “inversión”: sólo invierten el control y aplican potencia en dirección opuesta, con lo que se detiene la carga. Aunque ninguna norma de la OSHA prohíbe la práctica de la *inversión*, se debe señalar que en condiciones extremas, como para detener una carga grande, de movimiento rápido, no es tan eficaz como aplicar el freno. En ninguna circunstancia debe el operador depender totalmente de la inversión, si el freno está fuera de operación. De hecho, en el caso de que ocurriera una falla en el motor de la grúa, la inversión sería completamente inútil.

Las grúas tienen varias partes móviles, muchas de las cuales están localizadas lejos de la consola del operador de cabina o del operador de piso que sostiene el colgante. Las piezas de maquinaria móviles son peligrosas, y la característica de lejanía aumenta el peligro. Las partes móviles son peligrosas no sólo para el personal, sino también para la grúa misma, que a su vez también puede ser indirectamente peligrosa para el personal. Por ejemplo, en algunas configuraciones de grúa y en algunas posiciones del puente y trole los cables elevadores pueden correr demasiado cerca de otras piezas. El resultado puede ser aplastamiento o daño del cable de levantamiento. Si la configuración del equipo permite que se llegue a esta situación, se deben instalar guardas para evitar este accidente. Hay que verificar las partes móviles, como engranes, prisioneros, cuñas sobresalientes, cadenas, catarinas de cadena y componentes reciprocantes para ver si representan un riesgo; de ser así, deben ser protegidos.

Al igual que en el caso de los transportadores y demás equipo de manejo de materiales, las grúas aéreas son a menudo elementos de equipo grandes y muy distribuidos. La energía eléctrica se suministra a grandes distancias, a veces por medio de conductores expuestos, y algunas partes están tan lejos que se encuentran fuera de la vista del emplazamiento del interruptor de alimentación de energía. Imagínese la inseguridad del trabajador de mantenimiento, que debe reparar una grúa y está en contacto directo con un conductor expuesto de 600 volts (aunque sin energía), pero el interruptor está tan lejos que no lo tiene a la vista. Por ello, los interruptores deben arreglarse de forma que estén *con cerrojo* en posición abierta o “desconectados”. Éste es un ejemplo de un requerimiento de *cerrojos* y *marbetes* que estaba vigente antes de que la OSHA promulgara en 1989 la norma general. Trataremos con más detalle esta norma general en el capítulo 14.

La tercera preocupación por lo que se refiere a descarga eléctrica es el contacto accidental con líneas aéreas de transmisión activas de alto voltaje. Es un riesgo de las grúas móviles con aguilonos (que estudiaremos en el capítulo 17) debido a su extenso uso en la industria de la construcción. Las partes activas expuestas del sistema de alimentación de energía de la grúa por lo general están protegidas por su lejanía, es decir “protegidas por su emplazamiento”. Algunos modelos antiguos pueden ser fuente de riesgos y necesitan modificaciones.

Un riesgo mayor es la posibilidad de descarga por el control del colgante. Los conductores eléctricos pueden estar sometidos a esfuerzo si son el único medio de sostener el colgante. La estación de control debe sostenerse de manera satisfactoria como protección contra dicho esfuerzo. Si llega a ocurrir una falla, es posible que sea en una conexión dentro de la caja, lo que crea la posibilidad de un corto circuito a tierra a través del cuerpo del operador. Los controles del colgante soportan mucha carga y su construcción necesita ser duradera.

Sin relación con la descarga eléctrica, pero sí con el tema de las cajas de control del colgante, está el requerimiento de que las cajas estén claramente marcadas con la identificación de sus funciones. Algunas grúas más antiguas o construidas internamente pueden tener cajas de control del colgante sin señalización de las funciones. Sin meterse en grandes problemas o gastos, el gerente de seguridad e higiene ha de verificar que las grúas de la planta cumplan y hacer que las funciones del control se señalen en los controles del colgante.

Un riesgo que hay que considerar con las grúas aéreas es qué sucedería si ocurriera una falla temporal de energía. Suponga que la grúa se encuentra en proceso de levantar una pesada carga.

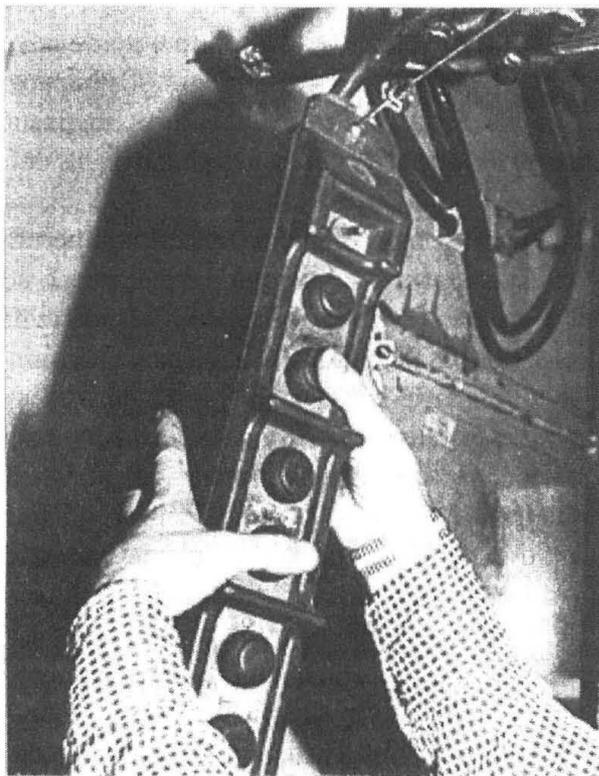


Figura 13-3 Control de colgante manual para grúa aérea.

Un riesgo crítico del cable de acero de la grúa o malacate resulta de tirar demasiado del gancho de carga o del bloque de gancho, hasta el punto en el cual el bloque o motón de carga entra en contacto con algún punto del aguilón de la grúa o de otro montaje mecánico para enrollar el cable de acero. Este suceso se conoce como *doble bloqueo*, término que deriva del contacto físico de dos bloques en el sistema de enrollado. Cuando sucede un doble bloqueo, el recorrido continuo del bloque o motón de carga provoca un gran esfuerzo de tensión, que se difunde de inmediato a todo el cable de acero, el cual se estira o rompe. También se pueden dañar los bloques.

El doble bloqueo es un riesgo muy serio que ha causado muchas muertes. Una ruptura repentina del cable de acero que soporta la carga constituye un riesgo obvio, en particular si hay personal bajo la carga o si la grúa está elevando trabajadores. Como aspecto ergonómico, se puede demostrar que es muy difícil que el operador de la grúa esté siempre lo bastante atento para evitar una ocurrencia ocasional de doble bloqueo, especialmente en las grúas para la construcción. El doble bloqueo ha provocado tantas muertes que ahora las normas respectivas se ocupan del riesgo, y en el mercado hay dispositivos electromecánicos con el propósito de evitar el doble bloqueo o el daño que causa. Estos mecanismos, por lo general electromecánicos, se llaman *dispositivos contra doble bloqueo*.

Un riesgo muy serio y evidente de la operación de una puente grúa aérea es el sobrerrecorrido. Para controlarlo se cuenta con dispositivos como los topes y las defensas de trole y las defensas de puente. Las defensas y los topes son algo distintos, puesto que las primeras absorben energía y reducen el impacto, en tanto que el tope simplemente detiene el recorrido. El tope es más simple y puede consistir tan sólo en un dispositivo rígido acoplado al cable de acero de la rueda. Por seguridad, el tope necesita ser por lo menos tan alto como la línea central del eje de la rueda. Las defensas suavizan el golpe al absorber energía, pero no son tan eficaces como los topes. Por ejemplo, las defensas de puente sólo necesitan ser capaces de detener el puente si se mueve a 40 por ciento de la velocidad de carga nominal o menos. Si la grúa se mueve a velocidades bajas, las cargas por impacto no son significativas y no hacen falta las defensas en el puente y el trole. Puede haber otras circunstancias de operación, como restricciones en el recorrido de la grúa, que eliminen la necesidad de las defensas en el puente o el trole.

Relacionados con las defensas y los topes están los barredores de riel. Si una herramienta o algún artículo de equipo obstruye uno de los rieles sobre los que viaja el puente, puede ocurrir un accidente catastrófico; por tanto, los puentes están equipados con barredores de riel, que se proyectan de la parte anterior de las ruedas, para eliminar este riesgo. No hay nada mágico en el término *barredor*; incluso parte del marco del puente puede servir de barredor.

Una obstrucción que a veces encuentran las grúas aéreas es otra grúa aérea que corre adyacente, con los rieles paralelos. Debe haber una distancia adecuada entre dos estructuras de puente adyacentes. Ahora bien, dicho espacio puede impedir que una de las grúas transfiera su carga a la de junto. Algunas fábricas resuelven el problema colocando en las grúas brazos de extensión retráctiles. El problema es que el operador puede olvidarlos y dejarlos extendidos, lo que ocasionará una colisión entre las dos grúas.

Las descargas eléctricas son una preocupación que atañe principalmente a dos áreas:

- Descarga por exposición a porciones cargadas de corriente del sistema de alimentación de energía a la grúa.
- Descarga por una conexión en corto circuito en el control del colgante (véase la figura 13.3).

bre respecto al peso real de la carga, las cargas dinámicas durante transporte, las cargas por impacto durante el levantamiento, las variaciones en los componentes de la grúa y la inevitable variabilidad en el diseño pueden combinarse y producir una situación muy peligrosa, aun si la capacidad nominal de carga se sobrepasó “ligeramente” o sólo “ocasionalmente”. Ocurre igual con los semáforos: al pasarse una señal de alto el conductor alerta casi siempre evitará un accidente, pero muy de vez en cuando, otro conductor se aproximará a la intersección a gran velocidad, la visibilidad será escasa o el infractor de la señal de alto se sentirá confiado o estará distraído y entonces ocurrirá un accidente serio. Así, se vuelve muy difícil para el gerente de seguridad e higiene o para cualquiera en la planta vigilar en todo momento que las grúas operen dentro de sus límites de carga nominal. Aquí es donde la capacitación cobra importancia, para que los trabajadores comprendan los riesgos y las consecuencias de sus acciones. Volviendo a los principios establecidos en los capítulos 2 y 3, otra manera de controlar el problema es tomarse la molestia de convertir en gran ejemplo cualquier accidente o casi accidente que ocurra como resultado de sobrecargar una grúa, aun si no hubo lesiones.

Muchas grúas aéreas operan en el exterior, donde el viento cuenta como riesgo. El viento por sí solo no suele ser peligroso, pero una carga por viento combinada con una carga de trabajo puede causar un peligroso daño estructural en la grúa. En las grúas puente para almacenamiento en el exterior se requieren tenazas de riel automáticas. El objeto de las tenazas es fijar el puente al riel, por si el viento excede cierta velocidad. Suena bien, porque protege del viento y también impide que el puente ruede en forma involuntaria y sin control durante una ventisca o por falla de los frenos. Pero al igual que con otros dispositivos, los mecanismos de seguridad tienen riesgos por sí mismos. Piénselo un momento: ¿En qué modo de operación de la grúa es más probable que el dispositivo de activación acople la tenaza de riel automática? La respuesta es cuando el puente viaja a *toda velocidad* contra el viento. Es muy probable que este repentino acoplamiento de la tenaza, mientras el puente va a toda velocidad, lesione al operador en la cabina, haga oscilar peligrosamente la carga o dañe la grúa, o las tres consecuencias juntas. Por tanto, la grúa necesita una alarma visible o audible, o ambas para advertir al operador en el puente, *antes* de que se acople la tenaza de riel.

Si el operador viaja en una cabina montada en el puente o el trole, debe tener alguna vía de acceso a su estación. Una idea obvia es utilizar una escalera portátil, pero no es tan buena. Dado que el puente viaja, el operador, la cabina, el trole y el puente se hallan a veces lejos del punto por donde el operador subió. La escalera ociosa y alejada sería una invitación para que cualquiera se la llevara para darle otro uso o quizás sólo para que no estorbe. La escalera utilizada para acceso a la cabina o puente de la grúa debe ser del tipo fijo. Pueden también utilizarse escalas o una plataforma, o ambas, pero es menester que no haya que pasar sobre una brecha mayor a 30 centímetros.

Algunas veces, las grúas aéreas diseñadas o construidas dentro en la planta no se apegan a los principios de diseño aceptados y pasan por alto ciertas características de seguridad necesarias especificadas en las normas aplicables. Además del acceso a la cabina, hay especificaciones para las pasarelas de un mantenimiento seguro del trole y el puente. Las pasarelas necesitan zócalos y barandales comunes, según explicamos en el capítulo 7.

Idealmente, las pasarelas deberán tener por lo menos una altura de paso de dos metros. Sin embargo, a veces no es práctico, porque la grúa puede estar instalada cerca del techo del edificio. Las normas reconocen esta dificultad y permiten menos de esos dos metros. No obstante, la pasarela se vuelve más bien ridícula si la altura de paso es inferior a 1.20 metros y debería llamarse con mayor propiedad pasarela de “gateo”. En esta situación, deben omitirse las pasarelas y deberá instalarse una plataforma estacionaria o una estación de aterrizaje para los trabajadores de mantenimiento de la grúa.

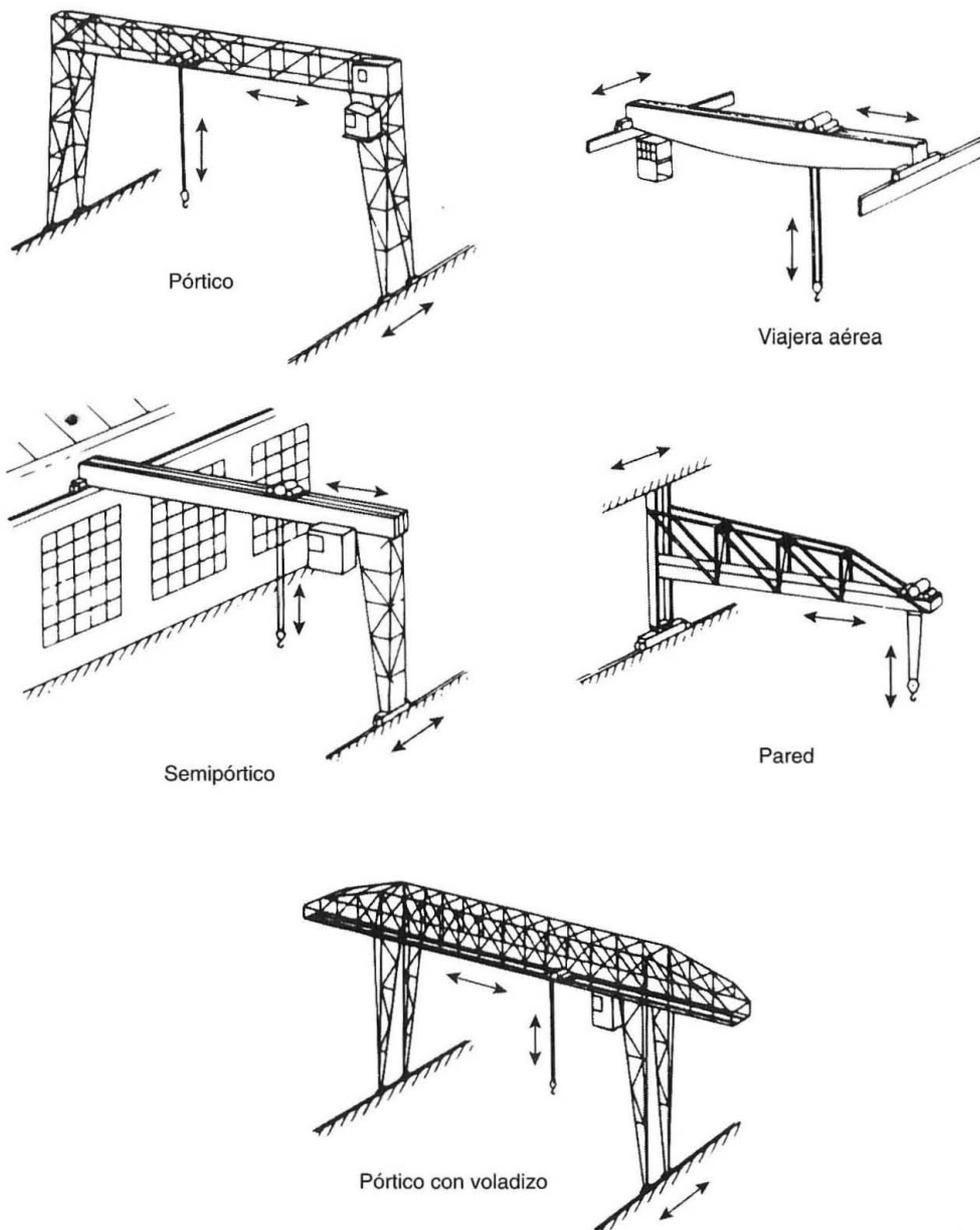


Figura 13-2 Diversas configuraciones de grúas aéreas. (Fuente: ANSI Standard B30.2.0-1976, reimpresso con permiso de ANSI y ASME.)

suspendidas o *monorrieles*, dependiendo del tipo o la aplicación. Las normas de seguridad para las grúas aéreas y de pórtico son diferentes a las normas para los monorrieles.

La preocupación principal del gerente de seguridad e higiene con respecto a las grúas aéreas debe ser que los trabajadores no las sobrecarguen. La carga nominal debe estar claramente indicada a cada lado de la grúa, y si ésta tiene más de una unidad elevadora, en cada una se debe anotar su propia carga nominal. Son tan reconocibles las marcas de carga de las grúas, que su ausencia salta a la ~~vista~~

Aun si la marca de la carga nominal *aparece* sobre la grúa, los trabajadores a veces se sentirán tentados a excederla. Todos saben que los ingenieros incluyen un factor de seguridad en sus diseños, así que casi todas las grúas soportarán más que su carga nominal sin sufrir daños. Pero la incertidum-

y, si el montacargas está en un plano inclinado, si las ruedas están bloqueadas. Finalmente, debe probar la bocina.

Las normas federales toman muy en serio los asuntos de mantenimiento, inspección y servicio de los transportes industriales. No hay tolerancia alguna para que los transportes industriales defectuosos continúen en operación hasta el siguiente servicio periódico. Cualquier estado, como una bocina arruinada, frenos defectuosos o faros rotos es razón suficiente para retirar la unidad hasta que se repare.

La mayor parte de la gente se sorprende al enterarse de que las normas federales requieren que los transportes industriales en uso sean inspeccionados *diariamente*. Compare esta regla con los procedimientos para la inspección de seguridad de automóviles, que la mayoría de los estados exigen que se haga *cada año*. Si el transporte industrial es utilizado las 24 horas, son obligatorias las inspecciones de seguridad después de cada *turno*. Sería recomendable que el gerente de seguridad e higiene instituyera algún procedimiento o registro para asegurarse de que se lleva a cabo esta tarea y que se archivará una prueba de desempeño.

Una observación final sobre el tema de los transportes industriales concierne a la instalación de una protección sobre la cabeza para salvaguardar al operador de objetos que puedan caer desde la carga elevada. Cada vez son más los montacargas que cuentan con estas protecciones para la caída de pequeños paquetes, cajas y material en bolsas (y no contra el impacto de toda una carga completa). Estas protecciones superiores no deben confundirse con las estructuras protectoras para volcaduras, mucho más resistentes (ROPS), que veremos en el capítulo 17, aunque, si se instala en la forma correcta, la misma estructura sirve para ambos fines. Algunas cargas están sujetas como una unidad, y los objetos están asegurados para no caer sobre el operador. En estos casos, desaparece el riesgo para el operador y la protección superior se vuelve innecesaria.

GRÚAS

Para el manejo de materiales en tarimas conviene un transporte industrial. Pero algunos trabajos de manejo de material no pueden llevarse a cabo con tal vehículo. Cargas más grandes, más pesadas y más incómodas requieren la versatilidad de una grúa, especialmente si el recorrido de transporte es complicado.

La grúa es una herramienta de la industria de la construcción, y uno la suele ver llevando pesadas vigas de acero a lugares altos. Aunque esta imagen es fiel, está incompleta. Las grúas también se utilizan mucho en la industria en general, aunque asumen formas diferentes. Por lo regular, las grúas de las plantas industriales están limitadas a trasladarse por una vía o por una estructura superior, caracterizada por la *grúa viajera aérea* que se muestra en la figura 13.2. Tales grúas son conocidas popularmente como *punte grúa aérea* o simplemente *punte grúa*. Algunos modelos, como los de la figura 13.2, son operados desde una cabina montada sobre la misma grúa. Otros se manejan desde el suelo por medio de un control de cordón llamado *colgante* o desde una estación fija remota llamada *púlpito*. Las grúas de *pórtico* tienen patas que soportan el puente sobre el riel. Las grúas de pórtico con voladizo tienen extensiones en uno o ambos extremos del puente; estas extensiones amplían el alcance de la grúa fuera del área entre los rieles sobre los cuales viaja. Una característica común a todas las grúas aéreas y de pórtico es que el trole, que sostiene el mecanismo de elevación, corre *por encima* del riel por el que viaja. Las grúas aéreas cuyos troles no están montados así se llaman *grúas*

3. Se provee protección contra objetos que caen, si fuera necesario.

Una tarima ordinaria de madera no se considera una plataforma de seguridad, aunque se acostumbra utilizarla para elevar personal.

Algunos lectores pensarán que es poco razonable la regla de que la persona sobre la plataforma sea capaz de desconectar la energía del transporte. Esta regla también se aplica al uso de las tarimas ordinarias como plataforma de elevación. Los trabajadores también pueden oponer resistencia a la regla, y el gerente de seguridad e higiene necesita estar en posición de contrarrestarla con programas de capacitación que expliquen eficazmente sus razones. Como explicación de la regla, pida a los trabajadores que piensen en el riesgo que provocarían las obstrucciones inesperadas. Una obstrucción pequeña podría

1. Dañar la plataforma.
2. Inclinar la plataforma, de modo que el trabajador pierda el equilibrio.
3. Lesionar al trabajador sobre la plataforma.
4. Tirar al trabajador.

El conductor del montacargas está en mala posición, debido a la distancia o al ángulo, para detectar todas las obstrucciones y juzgar su distancia en relación con la plataforma levantada. Uno podría argüir que el elevador puede estar totalmente libre de obstrucciones, pero tales elevadores no son comunes. No hay ninguna razón para elevar a los empleados, a menos que el elevador esté junto a equipo, pilas de material o alguna estructura del edificio. Cualquiera de estos elementos puede representar un riesgo de obstrucción.

Una variación del *pasajero de montacargas* es el *pasajero del poste para alfombras*. En los almacenes de alfombras, el montacargas está equipado con un solo poste, que es guiado dentro del carrete del rollo de alfombra, para levantarlo y transportarlo por la planta. Se ha sabido de trabajadores que montan estos postes al estilo rodeo para llegar a la parte superior de una pila de rollos de alfombra. Normalmente no debería haber razones para que un trabajador monte el poste, porque puede ser elevado y guiado a su posición por el conductor sin necesidad de ayuda.

Cuando se manipulan cargas, a menudo el montacargas opera cerca de observadores, supervisores o asistentes que le dan instrucciones al operador. Un lugar peligroso para pararse es debajo de la uña elevada, cargada o no. Otra posición peligrosa es entre un montacargas que se acerca y un objeto o banco fijos.

Este examen de los riesgos de operación deja en claro que es necesaria cierta capacitación especial para los operadores de transportes industriales. Los representantes del distribuidor del equipo pueden ser de ayuda, y la mayoría de los fabricantes tienen programas de capacitación que ofrecen a los compradores y operadores de su equipo. El gerente de seguridad e higiene debe reflexionar sobre la siguiente pregunta: si un inspector llega a visitar mis instalaciones, se acerca al conductor de un montacargas y le pide que describa su programa de capacitación, ¿qué le contestaría? Con demasiada frecuencia, la respuesta es decepcionante, incluso embarazosa.

Es imprescindible verificar los montacargas estacionados y sin atención. Lo primero que se debe hacer es determinar si realmente están desatendidos. Si el operador no alcanza a ver el transporte, se debe considerar como no atendido. Aun si el operador alcanza a ver el transporte, pero ~~está~~ a más de 7.50 metros de distancia, el transporte está desatendido. Si el transporte no está atendido, debe apagarse el motor. Incluso si el operador *está* cerca, si ha *bajado del equipo*, debe haber dejado en el suelo la uña y neutralizado los controles. Después, debe verificar si el freno está puesto

Uno de los mayores riesgos de los montacargas y otros transportes industriales es la transición entre el muelle y el vehículo de carga. La figura 13.1 muestra las precauciones necesarias. Aunque en la figura aparece un transporte de carretera, el riesgo se presenta también en la carga de vagones de ferrocarril.

Muchos trabajadores piensan que porque saben cómo manejar un automóvil, también saben la forma básica de operar un montacargas, y muchos patronos se inclinan a aceptar su palabra. Pero la operación de un montacargas requiere de mucha más habilidad que la conducción de un automóvil. En comparación con un automóvil, un montacargas tiene una distancia entre ruedas o batalla mucho menor, y cuando se levanta la carga el centro de gravedad queda muy alto. Esto crea problemas de estabilidad a los cuales el operador puede no estar acostumbrado. El problema de estabilidad se agrava con las ruedas de poco diámetro, que hacen más peligrosos los hoyos y las obstrucciones. Cuando está cargado, el centro de gravedad del montacargas y la carga juntos puede trasladarse peligrosamente hacia delante. Recoger y depositar cargas requiere de habilidad en la manipulación apropiada y la colocación segura. Una carga fuera de centro presenta un riesgo especial, pues la carga puede voltearse en tránsito, aunque el montacargas esté en posición estable.

Además de los problemas de estabilidad, la visibilidad también es un problema. La carga puede bloquear la vista y obligar al conductor a manejar con la carga detrás. Manejar en pasillos para trabajadores presenta problemas con el tráfico de peatones, especialmente en las esquinas, donde la visibilidad es limitada. Aunque los montacargas no son silenciosos, no se escuchan en el ambiente ruidoso de las fábricas. Esto aumenta el riesgo para los peatones y la necesidad de una mayor visibilidad para los operadores de montacargas.

Los pasajeros de los montacargas son un riesgo en más de una forma. Para empezar, el transporte a menudo está equipado para alojar sólo al conductor, y no suele haber un lugar seguro para un pasajero. Los pasajeros distraen al conductor, cuya atención es aún más importante en el montacargas que en un automóvil. Una práctica muy mal vista es ir montado en las *uñas* del montacargas. Es grande la tentación de utilizar el montacargas como elevador de personal. De hecho, esta práctica puede ser segura *si*

1. Se asegura firmemente una plataforma a la uña del montacargas.
2. La persona en la plataforma puede desconectar la alimentación de energía.

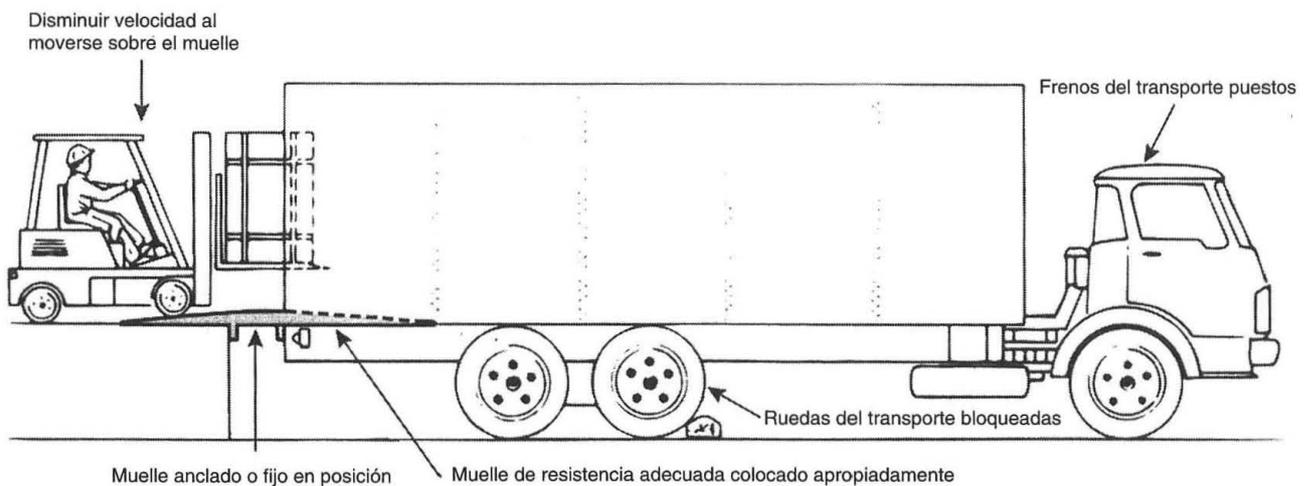


Figura 13-1 Previsión de riesgos en montacargas: transición del muelle al vehículo de carga.

3. Se provee protección contra objetos que caen, si fuera necesario.

Una tarima ordinaria de madera no se considera una plataforma de seguridad, aunque se acostumbra utilizarla para elevar personal.

Algunos lectores pensarán que es poco razonable la regla de que la persona sobre la plataforma sea capaz de desconectar la energía del transporte. Esta regla también se aplica al uso de las tarimas ordinarias como plataforma de elevación. Los trabajadores también pueden oponer resistencia a la regla, y el gerente de seguridad e higiene necesita estar en posición de contrarrestarla con programas de capacitación que expliquen eficazmente sus razones. Como explicación de la regla, pida a los trabajadores que piensen en el riesgo que provocarían las obstrucciones inesperadas. Una obstrucción pequeña podría

1. Dañar la plataforma.
2. Inclinar la plataforma, de modo que el trabajador pierda el equilibrio.
3. Lesionar al trabajador sobre la plataforma.
4. Tirar al trabajador.

El conductor del montacargas está en mala posición, debido a la distancia o al ángulo, para detectar todas las obstrucciones y juzgar su distancia en relación con la plataforma levantada. Uno podría argüir que el elevador puede estar totalmente libre de obstrucciones, pero tales elevadores no son comunes. No hay ninguna razón para elevar a los empleados, a menos que el elevador esté junto a equipo, pilas de material o alguna estructura del edificio. Cualquiera de estos elementos puede representar un riesgo de obstrucción.

Una variación del *pasajero de montacargas* es el *pasajero del poste para alfombras*. En los almacenes de alfombras, el montacargas está equipado con un solo poste, que es guiado dentro del carrete del rollo de alfombra, para levantarlo y transportarlo por la planta. Se ha sabido de trabajadores que montan estos postes al estilo rodeo para llegar a la parte superior de una pila de rollos de alfombra. Normalmente no debería haber razones para que un trabajador monte el poste, porque puede ser elevado y guiado a su posición por el conductor sin necesidad de ayuda.

Cuando se manipulan cargas, a menudo el montacargas opera cerca de observadores, supervisores o asistentes que le dan instrucciones al operador. Un lugar peligroso para pararse es debajo de la uña elevada, cargada o no. Otra posición peligrosa es entre un montacargas que se acerca y un objeto o banco fijos.

Este examen de los riesgos de operación deja en claro que es necesaria cierta capacitación especial para los operadores de transportes industriales. Los representantes del distribuidor del equipo pueden ser de ayuda, y la mayoría de los fabricantes tienen programas de capacitación que ofrecen a los compradores y operadores de su equipo. El gerente de seguridad e higiene debe reflexionar sobre la siguiente pregunta: si un inspector llega a visitar mis instalaciones, se acerca al conductor de un montacargas y le pide que describa su programa de capacitación, ¿qué le contestaría? Con demasiada frecuencia, la respuesta es decepcionante, incluso embarazosa.

Es imprescindible verificar los montacargas estacionados y sin atención. Lo primero que se debe hacer es determinar si realmente están desatendidos. Si el operador no alcanza a ver el transporte, se debe considerar como no atendido. Aun si el operador alcanza a ver el transporte, pero ~~está~~ a más de 7.50 metros de distancia, el transporte está desatendido. Si el transporte no está atendido, debe apagarse el motor. Incluso si el operador *está* cerca, si ha *bajado del equipo*, debe haber dejado en el suelo la uña y neutralizado los controles. Después, debe verificar si el freno está puesto

Uno de los mayores riesgos de los montacargas y otros transportes industriales es la transición entre el muelle y el vehículo de carga. La figura 13.1 muestra las precauciones necesarias. Aunque en la figura aparece un transporte de carretera, el riesgo se presenta también en la carga de vagones de ferrocarril.

Muchos trabajadores piensan que porque saben cómo manejar un automóvil, también saben la forma básica de operar un montacargas, y muchos patronos se inclinan a aceptar su palabra. Pero la operación de un montacargas requiere de mucha más habilidad que la conducción de un automóvil. En comparación con un automóvil, un montacargas tiene una distancia entre ruedas o batalla mucho menor, y cuando se levanta la carga el centro de gravedad queda muy alto. Esto crea problemas de estabilidad a los cuales el operador puede no estar acostumbrado. El problema de estabilidad se agrava con las ruedas de poco diámetro, que hacen más peligrosos los hoyos y las obstrucciones. Cuando está cargado, el centro de gravedad del montacargas y la carga juntos puede trasladarse peligrosamente hacia delante. Recoger y depositar cargas requiere de habilidad en la manipulación apropiada y la colocación segura. Una carga fuera de centro presenta un riesgo especial, pues la carga puede voltearse en tránsito, aunque el montacargas esté en posición estable.

Además de los problemas de estabilidad, la visibilidad también es un problema. La carga puede bloquear la vista y obligar al conductor a manejar con la carga detrás. Manejar en pasillos para trabajadores presenta problemas con el tráfico de peatones, especialmente en las esquinas, donde la visibilidad es limitada. Aunque los montacargas no son silenciosos, no se escuchan en el ambiente ruidoso de las fábricas. Esto aumenta el riesgo para los peatones y la necesidad de una mayor visibilidad para los operadores de montacargas.

Los pasajeros de los montacargas son un riesgo en más de una forma. Para empezar, el transporte a menudo está equipado para alojar sólo al conductor, y no suele haber un lugar seguro para un pasajero. Los pasajeros distraen al conductor, cuya atención es aún más importante en el montacargas que en un automóvil. Una práctica muy mal vista es ir montado en las *uñas* del montacargas. Es grande la tentación de utilizar el montacargas como elevador de personal. De hecho, esta práctica puede ser segura *si*

1. Se asegura firmemente una plataforma a la uña del montacargas.
2. La persona en la plataforma puede desconectar la alimentación de energía.

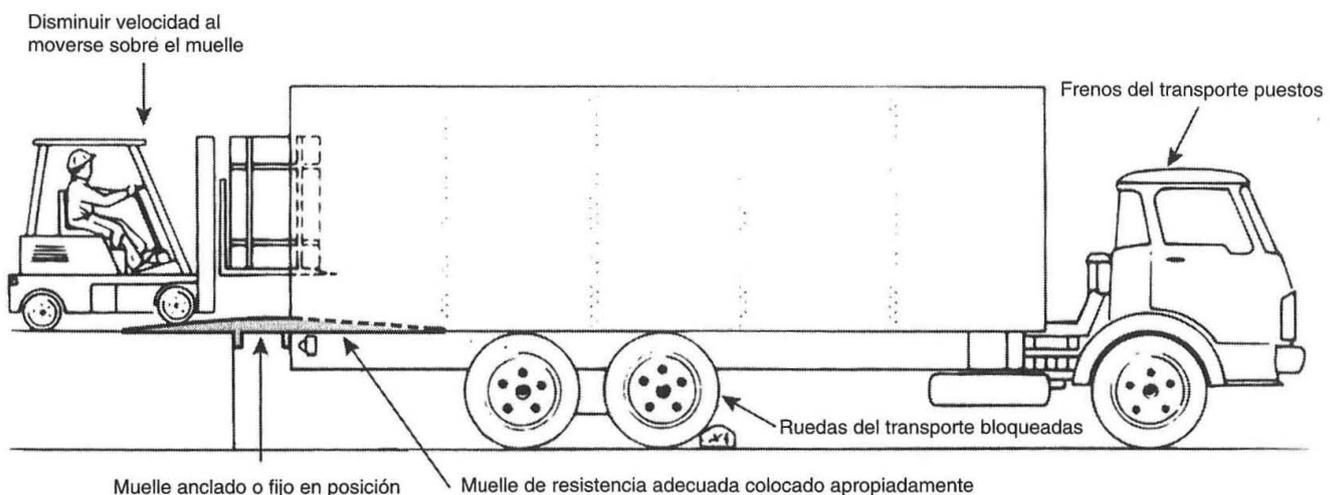


Figura 13-1 Previsión de riesgos en montacargas: transición del muelle al vehículo de carga.

Operación

Uno de los primeros elementos de interés para el gerente de seguridad e higiene debe ser el área de carga de combustible o de recarga para montacargas. Está prohibido fumar en estas áreas, y esta infracción es la que se detecta con mayor frecuencia. También es un problema la carga de los montacargas en un *área no designada*. Los riesgos en el área son el ácido derramado de la batería, incendios, levantar baterías pesadas, daño al equipo por los montacargas y gases y humos de la batería. Todos estos riesgos deben ser controlados por el gerente de seguridad e higiene de una u otra manera.

Las normas federales prohíben poner agua en el ácido cuando se cargan las baterías. Probablemente un letrero en el área hará que se cumpla la regla. Con todo, una manera mejor de promover la seguridad consiste en incluir en el programa de capacitación de empleados una explicación de la violenta reacción exotérmica que ocurre al verter agua en un fuerte ácido concentrado.

Todos saben que vuelan chispas cuando se hacen las conexiones de las baterías. Lo que la mayoría no sabe es que los gases liberados durante los procesos de carga pueden alcanzar concentraciones inflamables. El fuego es un riesgo pequeño o inexistente cuando la batería sólo se está conectando en paralelo o “puenteando” con otra. Pero un área de carga de montacargas es un asunto distinto: se desprenden grandes volúmenes de gas y es esencial una ventilación adecuada. Además de la ventilación, se debe proveer de ropa de protección y un lavado de ojos y ducha de emergencia en el área de carga de baterías, debido a las posibles exposiciones al ácido.

En vista de los riesgos de gases y ácidos en las áreas de carga de baterías, parece atractiva la alternativa de los motores de combustión interna. Pero todas las opciones de motor de combustión interna —diesel, gasolina y gas LP— emiten otro gas peligroso: el monóxido de carbono. Ya que los montacargas operan casi siempre en interiores, los niveles de monóxido de carbono pueden convertirse en un problema. El límite de exposición promedio ponderado por tiempo de ocho horas para el monóxido de carbono es de 50 ppm.

Si el gerente de seguridad e higiene llega a la conclusión de que hay un problema de monóxido de carbono en la planta y que los montacargas son los causantes, tiene varias alternativas. La más obvia es cambiar por montacargas eléctricos. Otra solución sería modificar el edificio o instalar sistemas de ventilación adecuados. Quizás la solución menos costosa sería revisar los procedimientos y la operación para determinar qué fuentes de emisiones pueden reducirse o incluso eliminarse por completo. Las siguientes son las preguntas clave:

1. ¿Dejan los operadores funcionando innecesariamente los motores?
2. ¿Puede modificarse la disposición del almacén o de las instalaciones de la planta para reducir las concentraciones?
3. ¿Hay montacargas defectuosos o gastados que generen más emisiones de lo necesario?

Aunque no hay requerimientos generales para la iluminación de plantas industriales, en donde se operen transportes industriales, la seguridad exige que tengan direccionales si el área de la planta es demasiado oscura. Se requieren faros en los transportes si la iluminación general es inferior a dos lumens por pie cuadrado. Es un nivel de iluminación bastante escaso, ya que un foco incandescente ordinario de 100 watts puede producir 1700 lumens. Aun en una habitación negra, con paredes no reflejantes, un foco de 100 watts produciría más de dos lumens por pie cuadrado en una habitación de 2.50 por 3.65 por 4.90 metros. La reflexión de las paredes u otras superficies reflectoras ayudan a la situación en general, así que el requerimiento de dos lumens por pie cuadrado no es difícil de cumplir. Un asesor en iluminación puede ayudar para tomar esta decisión.

Tabla 13.1 Resumen de clasificaciones de diseño de transportes industriales

<i>Diesel</i>	<i>Eléctrico</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Gas LP</i>
D	E	G	LP
Modelo estándar	Modelo estándar	Modelo estándar	Modelo estándar
El más económico	El más económico	El más económico	El más económico
DS	ES	GS	LPS
Modelo más seguro	Modelo más seguro	Modelo más seguro	Modelo más seguro
Más costoso	Más costoso	Más costoso	Más costoso
Salvaguarda de los sistemas de escape, combustible y eléctrico	Prevención de chispas Limitación de temperatura superficial	Salvaguarda de sistemas de escape, combustible y eléctrico	Salvaguarda de sistemas de escape, combustible y eléctrico
DY	EE		
El diesel más seguro	Más seguro aún		
Diesel más costoso	Más costoso		
Sin equipo eléctrico	Todos los motores y eléctricos encerrados		
Característica de limitación de temperatura	EX		
	El más seguro de todos		
	Transporte eléctrico más costoso		
	Hasta los acoplamientos eléctricos diseñados para atmósfera riesgosa		

Fuente: Resumido del Code of Federal Regulations 29 CFR 1910.178.

En estos días de alto costo de la energía y búsqueda de alternativas, algunos directivos prefieren cambiar la fuente de energía de sus transportes industriales. Pero entrometerse con el diseño o alterar el transporte puede invalidar la aprobación. Pueden hacerse conversiones de transportes industriales, pero el proceso es algo complicado. El equipo de conversión debe estar aprobado, y hay una sola manera correcta y muchas incorrectas de llevar a cabo la conversión.

Tabla 13-2 Clases de transportes industriales permisibles para varias ubicaciones riesgosas

<i>Clase</i>	<i>Grupo</i>	<i>División 1</i>	<i>División 2</i>
I	A	No se permite transporte industrial	DY, EE, EX
	B	No se permite transporte industrial	DY, EE, EX
	C	No se permite transporte industrial	DY, EE, EX
	D	EX	DS, DY, ES, EE, EX, GS, LPS
II	E	EX	EX
	F	EX	EX
	G	EX	DY, EE, EX, DS, ES, GS, LPX
III		DY, EE, EX	DS, DY, E ^a , ES, EE, EX, GS, LPS

^a Se permite que continúe, si ya estuvo en uso.

Fuente: Resumido del Code of Federal Regulations 29 CFR 1910.178.

El riesgo de incendio y explosión puede ser el factor más complicado en la selección de montacargas, pero ciertamente no es el único. Mucho más importantes que la clase de riesgo de fuego en el diseño del transporte son la operación, la carga de combustible, la protección, la capacitación de los conductores y el mantenimiento, temas que estudiaremos en la siguiente sección.

ma, los transportes manuales motorizados y otros transportes industriales especializados. La categoría no comprende los transportes impulsados por otros medios que no sean motores eléctricos o de combustión interna. Tampoco están incluidos tractores ni los vehículos para remover tierra o para transporte de carretera.

Selección de los transportes

“Ojos que no ven, corazón que no siente” es la máxima de la mayoría de los gerentes industriales que se disponen a adquirir un montacargas. Es poco conocido el hecho de que hay 11 clases de diseño, según el tipo de energía y el grado de riesgo para el cual están aprobados. Estas 11 clasificaciones de diseño están repartidas en por lo menos 26 clases de ubicaciones riesgosas a las que están expuestos los montacargas.

Uno se pregunta por qué tiene que ser tan complicada la selección de un montacargas. La base de estas complicaciones es que los motores pueden ser fuentes de ignición para vapores, polvos y fibras inflamables. Diseñar los motores para evitar riesgos de ignición es asunto costoso, y el mercado no apoyaría la adquisición de un montacargas a prueba de explosiones para uso en una ubicación normal de una fábrica. Por tanto, se estableció un complicado abanico de clases y reglamentaciones para poder definir del transporte industrial adecuado para el trabajo indicado, ni más ni menos.

Las normas industriales para las clases de transportes industriales y sus códigos de ubicación riesgosa correspondiente son un laberinto de abreviaturas y definiciones. Para penetrarlo, recuerde que el objetivo es la seguridad contra *incendios y explosiones*. Ya sea que el transporte industrial sea movido por combustible diesel, gasolina, electricidad o gas LP, los mejores modelos a prueba de fuego están diseñados para impedir el inicio de incendios accidentales, y por tanto son más costosos. La tabla 13.1 ofrece un resumen somero. Las normas están más detalladas, pero la mayoría de los gerentes de seguridad e higiene se darán por satisfechos con la idea general. Otra cosa que hay que tener presente es que es legal utilizar un transporte industrial más seguro y de clase superior al mínimo requerido, pero que por supuesto no resultará económico. Sin embargo, si una empresa ya tiene un montacargas eléctrico aprobado para EE, sería conveniente continuar utilizándolo, en lugar de comprar una nueva unidad aprobada para ES o E que sería suficiente para la aplicación.

Haciendo un resumen de estos principios y de varias páginas de las reglamentaciones aplicables, la tabla 13.2 da al gerente de seguridad e higiene una panorámica de las clases de aprobación de diversos diseños de transportes industriales. Las *clases, grupos y divisiones* representan variantes de ubicaciones riesgosas en las cuales las definiciones corresponden *aproximadamente* a aquellas del *National Electrical Code®* y que tratamos con mayor detalle en el capítulo 16. La *clase* y el *grupo* se refieren al tipo de material riesgoso, y la *división* a la extensión o grado en el cual el material riesgoso es probable que esté presente en cantidades peligrosas.

Hay tantas clases de “aprobaciones” de transportes industriales que es fácil perder de vista el objetivo general en el proceso de aprobación: evitar incendios y explosiones por el uso inapropiado de un transporte equivocado en una atmósfera riesgosa. La autoridad para la aprobación de transportes industriales se delega a los laboratorios de prueba más reconocidos, como Underwriters’ Laboratories, Inc.(UL) y Factory Mutual Engineering Corporation(FM). El gerente de seguridad e higiene prudente dejará el proceso de aplicación para la aprobación al fabricante del equipo y simplemente buscará la clasificación de aprobación de UL o FM, como DY, EX, GS, etc. Para ubicaciones no riesgosas, se puede utilizar incluso un transporte *no aprobado*, siempre que *cumpla* con los requerimientos del tipo D, E, G, o LP.

materiales afectan la seguridad al golpear instalaciones como tuberías de gas o líneas eléctricas o bien al sobrecargar los componentes estructurales de los edificios.

Otro riesgo general en el manejo de materiales es su naturaleza automática o de control remoto. Las bombas y bandas transportadoras de materiales suelen ser activadas automáticamente según la demanda o desde un interruptor manual lejano. Los accidentes con bandas transportadoras se deben muchas veces a esta distancia. Otro ejemplo, los vagones de ferrocarril maniobran en un patio, fuera de la vista del ingeniero, o peor aún, ruedan casi en silencio, impulsados sin ningún control por la inercia del impulso momentáneo de una locomotora.

Un riesgo indirecto general en el manejo de materiales es el fuego. Este riesgo enfatiza el almacenamiento de los materiales. Los incendios en los almacenes son costosos en términos de pérdidas de propiedad, pero también pueden ser peligrosos para los empleados.

ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

Las normas de manejo de materiales dicen que bolsas, contenedores o paquetes almacenados en hileras deben ser “apilados, bloqueados, entrelazados y limitados en altura de forma que sean estables y estén asegurados contra deslizamientos y caídas”. Para materiales generales, la norma no explica en qué consiste el “bloqueado” o “entrelazamiento” ni especifica límites de altura para las pilas. Sin embargo, algunas prácticas industriales parecen desafiar la norma. Ya que no es específica, pero sí define resultados (por ejemplo, “de forma que sean estables y estén asegurados contra deslizamientos o caídas”), la norma debería reconocerse como una norma de desempeño.

La limpieza es otra consideración en el almacenamiento de materiales. Las prácticas descuidadas de limpieza en almacenes presentan riesgos de tropiezos e incendio. La acumulación de ciertos materiales presta refugio a las plagas, lo que también constituye un riesgo. El almacenamiento externo puede recubrirse de yerbajos y pastos, lo que implica riesgo de fuegos en los tiempos de secas.

El gerente de seguridad e higiene debe vigilar el aumento y la reducción en las ventas de la empresa así como la suerte que corre la producción. Si hay un aumento reciente en la producción, en anticipación o en respuesta a un incremento en las ventas, se presentará un problema de almacenamiento. Es probable que más tarde se agregue más espacio de almacenamiento, siempre que el incremento de la producción se haga permanente. Aun después de que se haya tomado una decisión de expansión, es necesario cierto tiempo para planear y construir el espacio adicional. Entretanto, el almacén se abarrotará y será inseguro. Mientras se exploran ideas creativas para concentrar más material en un espacio pequeño, se rebasan los límites que impone el buen juicio para el apilamiento de materiales. Algunas de las ideas nuevas serán buenas; y desde luego no es por fuerza inseguro el tratar de ahorrar espacio. Pero durante un periodo de abarrotamiento del almacén, se debe poner especial atención en los riesgos nuevos que acarrearán los nuevos procedimientos de almacenaje. Es probable que pasillos y salidas queden obstruidos durante tales lapsos, y aumentan las caídas de las pilas almacenadas. Cualquier accidente que ocurra durante tales periodos apuntará a los nuevos riesgos, y habrá que analizarlos para eliminar las causas.

TRANSPORTES INDUSTRIALES

Esta categoría está caracterizada por los montacargas. Por lo regular, los montacargas son de motor eléctrico o de combustión interna. Además, están los tractores, los transportes elevadores de platafor-